Nageli

Bot Mitt

Shelf 44

98

Botanische Mittheilungen

von

Carl Nägeli.

II. Band.

Mit 7 Tafeln.

(Aus den Sitzungsberichten der k. b. Akademie der Wissenschaften in München.)

München
Druck von F. Straub.
1866.

Inhaltsverzeichniss.

Seite

16 (7. Mai 1864). Ueber den innern Bau der vegetabilischen Zellmembranen. I. Theil. Mit 2 Tafeln . . 1

17 (9. Juli 1864). Ueber den innern Bau der vegetabilischen Zellmembranen. II. Theil. Mit 3 Tafeln . . 46

18 (18. November 1865). Ueber den Einfluss der äusseren Verhältnisse auf die Varietätenbildung im Pflanzenreiche 103

19 (15. Dezember 1865). Ueber die Bedingungen des Vorkommens von Arten und Varietäten innerhalb ihres Verbreitungsbezirkes 159

20 (15. Dezember 1865). Die Bastardbildung im Pflanzenreiche 187

21 (13. Januar 1866). Ueber die abgeleiteten Pflanzenbastarde 237

22 (13. Januar 1866). Die Theorie der Bastardbildung . . 259

23 (16. Februar 1866). Die Zwischenformen zwischen den Pflanzenarten 294

24 (10. März 1866). Die systematische Behandlung der Hieracien rücksichtlich der Mittelformen 340

25 (10. März 1866). Versuche, betreffend die Capillarwirkungen bei vermindertem Luftdrucke. I. Theil . . 369

	Seite
26 (21. April 1866). Die systematische Behandlung der Hieracien rücksichtlich des Umfanges der Species . .	393
27 (21. April 1866). Versuche, betreffend die Capillarwirkungen bei vermindertem Luftdrucke. II. Theil. Mit 2 Taf.	429
28 (5. Mai 1866). Synonymie und Literatur der Hieracien .	449
29 (5. Mai 1866). Die Theorie der Capillarität . . .	471

18. Ueber den Einfluss der äusseren Verhältnisse auf die Varietätenbildung im Pflanzenreiche.

(Vorgetragen den 18. November 1865.)

Die Varietätenbildung ist bis jetzt fast ohne Ausnahme als das Resultat der äussern Einwirkungen angesehen und dargestellt worden. Es wurde diess durch die Annahme der unveränderlichen Species bedingt. Dieselbe setzt nämlich voraus, dass in der Pflanze zwei principiell verschiedene Naturen vereinigt seien. Der eine Theil ihrer Eigenschaften ist constant; er ist in allen Individuen der nämliche; er wurde der ersten Pflanze, mit welcher die Art in's Dasein trat, als unveränderliches Ganzes verliehen; und verschwindet erst mit der letzten Pflanze wieder. Der andere Theil der Eigenschaften ist variabel; er wechselt von Individuum zu Individuum.

Wir kennen den Apfelbaum als Holzapfel und in vielen Hunderten von cultivirten Sorten. Alle haben etwas Gemeinsames, wodurch sie sich eben als Apfelbaum charakterisiren; dieses Gemeinsame bedingt die eine, die constante oder, um mich so auszudrücken, die ewige Natur des Apfelbaums, welche ihm anerschaffen sein soll. Aber kein Baum ist dem andern, keine Sorte der andern gleich; darin ist seine andere, die variable oder zeitliche Natur ausgesprochen.

Wenn man von dieser Annahme ausgeht, so giebt es keine natürlichere und logischere Folge, als die, es seien die veränderlichen Eigenschaften der Pflanze durch die äussern Einflüsse gegeben worden. Der in seinen spezifischen Merkmalen unveränderliche Organismus kam unter sehr verschiedene Verhältnisse, die auf ihn einwirkten; hier war es Trockenheit und Sonnenschein, dort Feuchtigkeit und Schatten; hier der kurze und kühle Sommer der Alpen, dort die lange und warme Vegetationsperiode der Ebene; hier der trockene Sand, dort der bindende Lehm; hier die kalkarme Bodenkrumme des Urgebirges, dort eine kalkreiche Unterlage.

Desshalb finden wir allerorts entweder die stillschweigende Annahme oder die laute Anerkennung des Grundsatzes, dass den Pflanzen durch die äussern Agentien ein eigenthümliches aber unendlich manigfaltiges Gepräge aufgedrückt werde, welches selbst so verschieden sein könne, dass da-

durch die constanten spezifischen Merkmale mehr oder weniger verhüllt werden. Für diesen Grundsatz, dass die Varietäten die Folge äusserer Einwirkung seien, werden manche Thatsachen angeführt. Aber man würde sehr irren, wenn man glaubte, man sei durch die Beobachtung der Thatsachen dazu geführt worden. Im Gegentheil, der Grundsatz war als selbstverständliche Consequenz eines anderweitigen Axioms gegeben und man vermeinte dann, ihn in einer Menge von Beobachtungen bestätigt zu finden.

Die Behandlung der Frage, ob die Varietäten wirklich die Folge und der Ausdruck der äussern Einflüsse seien, hat also nicht bloss eine wissenschaftliche Bedeutung an und für sich, weil sie die Ursache einer natürlichen Erscheinung zu ergründen sucht. Sie gewinnt eine erhöhte Bedeutung wegen des Zusammenhangs mit der Frage über die Unveränderlichkeit der Art. Ergäbe sich aus einer sorgfältigen und kritischen Prüfung, dass die gewöhnliche Annahme gegründet ist, so würde die Unveränderlichkeit der Species einen sehr bedeutenden Halt gewinnen. Ergiebt sich aber das Gegentheil, so wird ihr die festeste Stütze entzogen. Denn wenn es sich herausstellt, dass die Varietäten nicht Folge der äussern Einwirkungen sind, sondern durch innere Ursachen hervorgebracht werden, so ist die prinzipielle Verschiedenheit von spezifischen und von varietätlichen, von constanten und variabeln Merkmalen aufgehoben; man muss dann in der Pflanze, unabhängig von Aussen, die Tendenz abzuändern voraussetzen; die spezifische Natur selbst ist es, welche die Varietätenbildung bedingt; zwischen Art und Varietät besteht dann eine causale Beziehung, und diese Beziehung findet ihren logischen Ausdruck in der Lehre, dass die Art nichts anderes als eine weiter entwickelte Varietät ist.

Die Entscheidung von Fragen, bei denen eine lange Zeitdauer eine so wichtige Rolle spielt, und wo uns nur eine verhältnissmässig sehr kurze Erfahrung zur Seite steht, erfordert immer viel Vorsicht, diess kommt auch bei dem vorliegenden Gegenstand in Betracht; doch ist es kein Hinderniss, dass die Schlüsse aus den zu beobachtenden Thatsachen nicht die allergrösste Wahrscheinlichkeit gäben. Denn einerseits hat jede Theorie über die Entstehung der

Varietäten gewisse nothwendige Consequenzen, welche unabhängig von der Dauer sind. Wenn die klimatischen und Bodenverhältnisse die Verschiedenheiten innerhalb der Art bedingen, so muss das natürliche Vorkommen der verschiedenen Formen in gewissem Grade jenen Verhältnissen entsprechen, ob nun bloss Jahrhunderte oder Millionen von Jahren zu deren Bildung erforderlich waren. — Anderseits giebt uns auch die beschränkte Erfahrung über die Erzeugung der Racen nicht weniger feste Haltpunkte. Denn wenn auch die künstliche Racenbildung während der kurzen Beobachtungsdauer nur bis zu einem bescheidenen Grad der Abweichung und Constanz gediehen ist, so haben wir doch den Anfang einer Bewegung vor uns, und wir können beurtheilen, ob dieser Anfang die eine oder andere Theorie unmöglich macht. Trifft es sich nun, dass der erste und der zweite Weg zu dem gleichen Resultate führen, so werden wir nicht anstehen dürfen, dasselbe als festbegründet anzuerkennen.

Ehe ich in die Prüfung der Thatsachen selbst eintrete, scheint es mir zweckmässig, zum Voraus das Resultat, das sich mir ergeben hat, auszusprechen. Es heisst kurz:

die Bildung der mehr oder weniger constanten Varietäten oder Racen ist nicht die Folge und der Ausdruck der äussern Agentien, sondern wird durch innere Ursachen bedingt[1]).

---

1) Der Einfluss der äussern Verhältnisse bewirkt allerdings auch Modificationen an der Pflanze, aber es sind diess keine eigentlichen Varietäten oder Racen, sie führen auch nicht dazu und erlangen keine Constanz. Ich spreche zunächst nur von den eigentlichen mehr oder weniger constanten Varietäten, und werde später jene Modificationen berühren. Den Ausdruck Racen brauche ich mit Varietäten synonym, indem ich alle diejenigen Racen der Gärtner und Viehzüchter ausschliesse, welche nur durch besondere Ernährung

Die Richtigkeit dieses Ausspruchs, welcher gegenüber der in der jetzigen Wissenschaft gültigen Ansicht allerdings höchst paradox erscheinen mag, ergiebt sich aus zwei Reihen von Thatsachen, aus dem Verhalten der zur nämlichen Pflanzenart gehörigen Individuen einerseits unter den gleichen, anderseits unter verschiedenen äussern Verhältnissen. Dieses Verhalten aber besteht darin,

1) dass in einer Menge von Beispielen die verschiedenen Varietäten der gleichen Art auf dem nämlichen Standort, also unter den nämlichen äussern Verhältnissen vorkommen und dass die von dem Pflanzenzüchter erzeugten ungleichen Racen oder Abarten einer Species unter den gleichen äussern Bedingungen entstehen.

2) dass die nämliche Varietät einer Pflanze auf sehr verschiedenen, selbst auf den heterogensten Localitäten getroffen wird, und dass bei der Racenbildung auf künstlichem Wege die nämliche Race unter verschiedenen äussern Verhältnissen sich bilden kann.

Dieses Verhalten ist ohne Weiteres beweisend. Würden die Varietäten durch die klimatischen Einflüsse bedingt, so müsste jeder wesentlich verschiedenen Combination von solchen, also jedem ausgezeichneten Standorte eine besondere Varietät entsprechen. Eine Pflanze, die in sumpfigen Wiesen und auf trockenen Hügeln vorkommt, hätte zwei diesen Localitäten entsprechende Formen, nämlich eine Varietas paludosa und eine Varietas collina. Selbstverständlich könnte die Varietas paludosa nicht auf den trockenen Hügeln, die Varietas collina nicht in den sumpfigen Wiesen wachsen. Wenn nun eine Pflanze zwei Varietäten hat, von denen beide zugleich auf trockenen Hügeln und in

---

und Pflege oder, insofern es Pflanzen sind, durch die geschlechtslose Vermehrung conservirt werden und somit keine wirkliche Constanz besitzen.

sumpfigen Wiesen vorkommen, so dürfen wir mit vollstem Rechte sagen, dass der durch diese beiden Localitäten ausgedrückte Gegensatz nicht die Ursache der Varietätverschiedenheit ist. Wir könnten nun vermuthen, dass der Grund der Varietätenbildung in irgend einem andern äussern Moment liege. Es könnten z. B. die eine Hälfte der Hügel und zugleich auch die eine Hälfte der Sümpfe beschattet und nördlich exponirt, die andere besonnt und südlich exponirt sein. Oder es könnte die eine Hälfte der Kalk-, die andere der Schieferformation angehören u. s. w. Ist es nun möglich, zwei oder mehrere Varietäten einer Art auf alle bekannten äussern Agentien und ihre Combinationen zu prüfen und stimmt ihr Vorkommen mit keiner überein, so müssen wir sagen, dass diese Varietäten nicht durch die äussern Einflüsse erzeugt wurden.

Würden die Varietäten durch die klimatischen und Bodeneinflüsse bedingt, so könnte ferner der Gärtner aus den nämlichen Samen auf dem gleichen Gartenbeet nur eine Race hervorbringen; er müsste auf zwei verschiedenen Beeten, die wesentlich ungleiche Verhältnisse darböten, deren zwei erhalten. Wenn er aber auf dem gleichen Gartenbeet zwei oder mehrere verschiedene Racen erzielt, und wenn er auf verschieden hergerichteten Beeten die gleichen erzeugt, so sind wir gezwungen, diese Formen nicht von äusserer Einwirkung, sondern von innern Ursachen abzuleiten.

Diese Consequenzen sind für ein logisches Urtheil ganz unabweisbar. Sie sind so einfach und klar, dass gewiss jeder bei näherer Ueberlegung sie unbedingt zugeben muss. Wenn aber die Consequenzen bis jetzt nicht gezogen, wenn sogar das Gegentheil allgemein angenommen und behauptet wurde, so liegt der Grund nur darin, dass man sich nicht gründlich mit dem Gegenstand beschäftigte, dass man sich

nicht die Mühe nahm, die Fragen richtig zu stellen, dass man sich mit einer oberflächlichen Betrachtung begnügte.

Indem ich nun zu den Thatsachen übergehe, wende ich mich zuerst zu denen, welche die Beobachtung auf den Standorten ergiebt. Vor Allem aus wäre es von Interesse, diejenigen zu prüfen, welche den Anhängern der bisherigen Meinung als Beweis dienten. Aber hier treffen wir mehr auf allgemeine und vage Behauptungen, als auf bestimmte greifbare und einer kritischen Prüfung zu unterwerfende Thatsachen. Manche führen nur im Allgemeinen an, dass die Varietäten durch die Eigenthümlichkeiten des Klimas und des Bodens hervorgebracht würden. Vorsichtigere fügen jedoch bei, dass man über die besondern Wirkungen nichts wisse. Viele Systematiker, namentlich Floristen, sagen von dieser oder jener bestimmten Varietät, dass sie durch diesen oder jenen bestimmten Standort erzeugt sei. Damit ist jedoch sehr wenig Bestimmtes ausgesagt, weil daraus nicht hervorgeht, wie die äussern Faktoren auf die Abänderung eines Merkmales oder eines Complexes von Merkmalen einwirken. Ja sogar wenn man die Varietäten von verschiedenen Pflanzen, die durch den gleichen Standort erzeugt worden sein sollen, mit einander vergleicht, so findet man nicht die geringste Uebereinstimmung. Wollte man diesen Behauptungen Glauben schenken, so würde man zu der Folgerung geführt, dass die gleiche Ursache in verschiedenen Pflanzen ganz ungleiche, ja sich vollkommen widersprechende Resultate habe.

Man müsste zwar auch mit dieser ungereimten Folgerung sich zurecht finden, wenn die Behauptung überhaupt gegründet wäre. Sie stützt sich aber lediglich auf die Thatsache, dass eine Varietät auf einer bestimmten Localität wächst. Nehmen wir nun einmal die vollkommene Richtigkeit dieser Thatsache an; nehmen wir an, dass eine Varietät nur einem ganz bestimmten Standort angehörte und dass andere Varietäten der gleichen Art nicht daselbst vorkämen,

so wäre damit doch nicht bewiesen, dass die Varietät ihr Entstehen dem Standort verdanke. Es liesse sich immer noch annehmen, sie sei auf irgend eine andere Weise erzeugt worden, aber sie finde ihre Existenzbedingungen bloss auf demselben.

Doch gilt die eben gemachte Annahme, dass eine Varietät einem bestimmten Standorte angehöre, nur in den wenigsten, vielleicht in keinem einzigen Falle in ganzer Strenge. Die thatsächlichen Verhältnisse sind fast ohne Ausnahme der Art, dass der Schluss, es sei die Varietät durch den Standort hervorgebracht worden, ganz unzulässig ist; und wenn der Schluss dennoch gezogen wurde, so kann es nur dadurch erklärt werden, dass man nicht an Ort und Stelle eine kritische Prüfung vornahm, sondern sich mit dem allgemeinen Eindruck, den die Excursionen hinterliessen, begnügte und denselben im Dienste einer vorgefassten Meinung verwerthete. Ich habe in den letzten Jahren Varietäten der verschiedensten Pflanzen mit Rücksicht auf ihr Vorkommen wiederholt und genau geprüft, und nicht einen einzigen Fall gefunden, der zu der gewöhnlichen Behauptung berechtigt hätte. Alle Fälle zeigten deutlich, dass die Varietät unmöglich das Produkt des Standortes sein kann.

Es sind zwei entscheidende Thatsachen, welche bei jeder Art sich wiederholen, und welche man, wenn man den Pflanzen nachgeht, immer wieder bestätigt findet. Die eine ist die, dass eine Varietät nicht auf einen bestimmten Standort beschränkt ist, sondern auch auf andern Standorten sich findet. Wären die klimatischen und die Bodenverhältnisse varietätbildend, so müsste auf einer andern Localität die Varietät zu einer andern werden. — Die andere Thatsache, die noch leichter zu verifiziren, ist die, dass zwei Varietäten der gleichen Art auf dem gleichen Standort neben und durch einander vorkommen. Würde die Localität die Varietät bedingen, so könnte sie nur eine beherbergen.

Man möchte vielleicht, bezüglich der letztern Thatsache einwenden, dass ein Standort selbst wieder, und zwar auf kurzen Strecken, verschiedene Verhältnisse darbieten und daher auch verschiedene Varietäten erzeugen könne. Es giebt nun allerdings solche Standorte, wo rasch die Bodenverhältnisse wechseln. Aber von solchen spreche ich überhaupt nicht; sondern von Sandflächen, Torfmooren, Waiden, Wiesen, Sümpfen, Schutthalden, gleichförmigen Gebüschen und Wäldern, wo eine bemerkenswerthe Verschiedenheit ganz undenkbar ist und wo auf der nämlichen Quadratelle zwei verschiedene Varietäten der gleichen Art wohnen. Jedoch noch viel schlagender sind die Beispiele der Wasserpflanzen, sowohl der schwimmenden im süssen Wasser, als der mit einer Haftscheibe versehenen Meerpflanzen. In dem nämlichen Rasen, der auf einem Teiche schwimmt, finden wir mehrere Varietäten der gleichen Oscillaria, oder Spirogyra, Mougeotia, Zygnema, Cosmarium, Navicula etc. An dem gleichen Felsen des Meeres und in gleicher Fluth-Höhe befestigt treffen wir neben einander die zwei Varietäten einer Fucoideen- oder Florideenart.

Es ist kaum nöthig, Beispiele von Landpflanzen anzuführen; man kann sich von dem Gesagten bei der ersten besten Pflanze überzeugen, und zwar um so leichter, je mehr dieselbe zum Variiren geneigt ist. Ich will nur zwei Pflanzen nennen, Hieracium Pilosella und H. murorum, welche überall vorkommen, welche der veränderlichsten Gattung angehören und selbst durch Vielförmigkeit sich auszeichnen. Die nämliche Varietät von H. Pilosella (mit schmalen, spitzen Involucralschuppen, mit langen, schmächtigen, kleinblättrigen Ausläufern, mit oberseits grünen, unterseits weissfilzigen Blättern und mit unterseits intensiv rothgestreiften Randblüthen) kommt in ganz Europa (mit Ausschluss der arktischen Zone) vor; sie steigt in der Alpenkette bis über 7000 Fuss; sie wächst in Wiesen, an

Ackerrändern, auf Haiden, in Gebüsch- und Waldschatten, an Felsen, auf Sand und Kies, in Torfmooren, auf allen möglichen geologischen Formationen. Ein Anhänger der gewöhnlichen Ansicht, dem von Hieracium Pilosella nur diese eine Form bekannt wäre, müsste aus ihrem Vorkommen schliessen, dass die Art gar keiner Abänderung fähig sei. Die Thatsache, dass es aber noch mehrere andere Varietäten giebt, beweist uns, dass dieselben nicht durch äussere Verhältnisse hervorgebracht werden.

Es giebt kaum zwei ungleichere Standorte, als die humusarmen Haiden, wo die Gewächse in dem trockenen Kalkkies wurzeln, und die kalkarmen Hochmoore, wo die Wurzeln beständig in feuchtem Torf sich befinden. Beide kommen auf der Münchner Hochebene neben einander vor. Beide tragen, wie es sich zum Voraus erwarten lässt, im Allgemeinen eine ganz ungleiche Vegetation. Allein auf beiden findet sich die gleiche Varietät von H. Pilosella[2]).

Wie die gleiche Varietät von Hieracium Pilosella auf allen möglichen Localitäten (die der Art überhaupt zugänglich sind) vorkommt, so finden wir anderseits auf dem nämlichen Standort neben und durch einander verschiedene Varietäten der genannten Species. Auf nacktem feuchtem Lehmboden wächst neben der Varietät mit unterseits rothgestreiften, diejenige mit unterseits blassgelben Randblüthen; auf Wiesen und Waiden neben der Varietät mit unterseits weissfilzigen diejenige mit unterseits graugrünen Blättern; auf Geschiebe von Gletscherbächen und auf sandigen Waiden der Hochalpen neben der Varietät mit oberseits grünen die mit oberseits graugrünen und mit beiderseits weissfilzigen Blättern.

---

2) Ebenso die gleiche Varietät von H. praealtum, H. Auricula und einigen andern Pflanzen.

Sehr nahe verwandt, mit H. Pilosella ist eine Pflanze, die als H. pilosellaeforme oder Hoppeanum unterschieden wurde. Die Ansichten über die Bedeutung dieser Form könnten nicht mehr abweichen, als sie es wirklich thun. Denn während die einen Autoren sie als besondere Art aufführen, soll sie nach Fries nicht die mindeste Constanz besitzen. Derselbe giebt nämlich an, er habe aus ihren Samen das gewöhnliche H. Pilosella erhalten. Diese Angabe muss aber ganz sicher auf einem Irrthum beruhen; denn in andern Gärten wurde die unveränderte Form aus Samen gezogen, und ferner deutet das Vorkommen auf eine sehr grosse Constanz, wofür ich später den Beweis beibringen werde[3].

An H. Hoppeanum macht man ähnliche Beobachtungen wie an H. Pilosella. Sein Verbreitungsbezirk ist zwar viel beschränkter, doch kommt die gleiche Varietät desselben auf fetten Alpenwaiden, in Fichten-, Lerchen- und Ahornwäldern nahe der Baumgränze, in Gebüschen von Erlen und Alpenrosen, an Felsen und im Geröll von 4500—7000′ vor, wobei die Unterlage ein kalkarmes oder kalkreiches Gestein sein kann; ferner in der bayrischen Ebene auf Haiden mit Kalkkies und auf Wiesenmooren. — Ebenso findet man auf der gleichen Localität oft zwei verschiedene Formen von H. Hoppeanum, so z. B. mit unterseits rothgestreiften und mit unterseits blassgelben Randblüthen, mit Involucralschuppen von verschiedener Gestalt, Färbung und Behaarung.

---

3) In Berücksichtigung der grossen Vielförmigkeit von H. Pilosella und H. pilosellaeforme und der zahlreichen Uebergangsformen zwischen beiden müssten sie nach streng systematischen Regeln als H. Pilosella vulgare und H. Pilosella Hoppeanum aufgeführt werden. Der Kürze halber nenne ich sie H. Pilosella und H. Hoppeanum.

Mit Rücksicht auf das Verhältniss von H. Pilosella und H. Hoppeanum will ich zuerst bemerken, dass es eine Mittelform giebt, welche mit gleichem Recht dem einen oder andern beigezählt wird. Ihre Köpfe sind grösser als bei Pilosella, kleiner als bei Hoppeanum, die Schuppen sind breiter und stumpfer als bei Pilosella, schmäler und weniger stumpf als bei Hoppeanum, die Ausläufer kürzer, grossblättriger und stärker als bei Pilosella, länger, schwächer und kleinblättriger als bei Hoppeanum.

Man findet nun zwar manchmal H. Hoppeanum allein auf seinem Standorte und ebenso ist H. Pilosella auch auf den Alpen sehr häufig allein. Jedoch nicht selten stehen H. Pilosella und die Mittelform, oder H. Hoppeanum und H. Pilosella, oder H. Hoppeanum und die Mittelform oder auch alle drei (H. Pilosella, H. Hoppeanum und die Mittelform) durcheinander auf der gleichen Localität.

Eine der variabelsten Pflanzenarten ist Hieracium murorum. Sie ist so vielförmig, dass sie selbst mit entfernten Arten, mit H. alpinum und H. villosum durch die unmerklichsten Uebergangsformen in Verbindung steht. Die gewöhnlichste Varietät von H. murorum (streng bodenblättrig, mit herzförmigen Blättern, mit schmalcylindrischen bloss drüsigbehaarten Involucren) kommt überall vor von der Ebene bis über 6000′, an sonnigen Abhängen und im Waldschatten, an trockenen magern und an feuchten fettern Stellen, auf kalkarmem und kalkreichem Boden. Wenn man Pflanzen dieser Varietät aus ganz Europa neben einander hielte, so müsste ein Anhänger der gewöhnlichen Theorie sie für eine der unveränderlichsten Pflanzen erklären, weil sie von den grössten Verschiedenheiten in den äussern Bedingungen unberührt bleibt.

Nun findet man aber selten einen Standort, wo nur

diese eine Varietät wächst. Meist kommen noch eine, zwei oder mehrere andere Varietäten daneben vor, z. B. die mit an der Basis gerundeten oder allmählich-verschmälerten Blättern, oder die mit fast drüsenlosen Involucralschuppen etc. Bei Grosshesselohe in der Nähe von München wachsen 4 Hieracienformen in Menge durcheinander, welche ihre nahe Verwandschaft durch einen unmerklichen Uebergang von Zwischenformen kundgeben und somit nach den bis jetzt in der Systematik geltenden Grundsätzen als die gleiche Art betrachtet werden müssten[4].

Es sind H. murorum, H. subcaesium, H. vulgatum und H. Sendtneri[5]. Anderwärts findet man H. murorum und H. subcaesium beisammen, oder H. murorum, H. vulgatum und die Mittelform zwischen beiden (H. medianum), oder auch nur H. murorum mit H. medianum oder H. vulgatum mit H. medianum.

Wir treffen also bei zwei der vielförmigsten Pflanzenarten (Hieracium Pilosella und H. murorum mit den verwandten Formen) die übereinstimmende Erscheinung, dass einerseits vollkommen dieselbe Form unter den verschiedensten äussern Bedingungen auftritt und dass anderseits unter

---

4) Diese Zwischenformen sind, wie ihre Beschaffenheit und ihre Verbreitung zeigen, im Allgemeinen nicht hybrid. Ich werde in einer folgenden Mittheilung die Hybridität der wildwachsenden Mittelformen besprechen.

5) Letzteres ist = H. ramosum Sendtner (non W. K.). Von dem ächten H. ramosum unterscheidet sich die Münchnerpflanze, welche, soviel mir bekannt ist, zuerst von Sendtner beobachtet wurde und der ich daher dessen Namen gebe, unter anderm durch den einfachen oder wenig ästigen Stengel mit nicht beblätterten Aesten, durch die kleingezähnten Blätter, die nicht weisslich flaumigen Blüthenstiele und Involucren, durch die porrecten Involucralschuppen und durch die im Verhältniss zu andern Arten frühere Blüthezeit.

den gleichen äussern Verhältnissen verschiedene Formen und zwar von denjenigen an, welche nur sehr wenig abweichen, bis zu denen, die von vielen Botanikern als besondere Arten erklärt werden', vorkommen.

In gleicher Weise findet man die Varietäten anderer Pflanzenarten auf dem gleichen Standort vereinigt, so roth- und weissblühende, wohlriechende und geruchlose, kahle und behaarte, drüsenreiche und drüsenarme, gross- und kleinblüthige, grasgrüne und meergrüne, boden- und stengelblättrige, lebendiggebärende und samenbildende Varietäten (Poa alpina nnd Poa bulbosa), ferner solche mit schmalen und breiten, mit stumpfen und spitzen, mit ganzrandigen und gezähnten, mit gleichen und verschiedenen Blättern, mit Ausläufern und ohne Ausläufer, mit unverzweigtem und verzweigtem Stengel.

Diess ist natürlich nicht so zu verstehen, als ob die Pflanzenvarietäten gegenüber den äussern Einflüssen sich gleichgültig verhielten. Wenn eine Pflanze in zwei Varietäten vorkommt und auf zwei Standorten lebt, so ist es wohl nur selten der Fall, dass die beiden Varietäten auf den beiden Standorten ein gleiches gegenseitiges Mengenverhältniss beobachten. Die eine wird diesen, die andere jenen Standort mehr oder weniger bevorzugen, sie schliessen aber in der Regel einander nicht gänzlich aus. Wenn zwei Varietäten der gleichen Art, A und B, auf mehreren, z. B. auf fünf verschiedenen Standorten wachsen, so beherbergt einer der letztern vielleicht die beiden Varietäten in gleicher Menge, ein zweiter hat A in grösserer, ein dritter in weit überwiegender Zahl, so dass B hier nur spärlich vorkommt; auf einem vierten und fünften Standort verhält sich das Vorkommen gerade umgekehrt. Die klimatischen und Bodenverhältnisse haben also in gewissem Grade einen bestimmenden Einfluss auf die Verbreitung der Varietäten, aber

nicht etwa in der Art, dass man daraus schliessen könnte, es sei die Varietät das Produkt des Standortes[6]).

Es geschieht auch, dass auf einem Standort die eine, auf einem andern die andere Varietät ausschliesslich vorkommt. Dann beobachtet man aber zwei bemerkenswerthe Thatsachen; die eine, dass auf andern Standorten sie in verschiedenen Verhältnissen untereinander gemengt sind, die andere, dass man auf der Uebergangslocalität zwischen den zwei in ausschliesslicher Weise bewohnten Localitäten nicht etwa, wie man erwarten möchte, die Uebergangsvarietät, sondern die beiden unveränderten Varietäten durcheinander findet.

Ich habe bis jetzt die Behauptungen berücksichtigt, welche bloss im Allgemeinen angeben, dass gewisse Varietäten durch gewisse Standorte hervorgebracht worden seien. Wenn sie nun auch die grosse Mehrzahl ausmachen, so giebt es doch einzelne Angaben, welche von bestimmten äussern Ursachen bestimmte Wirkungen an der Pflanze herleiten. Wasser oder Feuchtigkeit mache kahl; daher rühre die gänzliche Kahlheit bei Wasserpflanzen, die geringe Behaarung an Sumpfpflanzen, die dichte Pubescenz, die Wolle, der Filz auf trockenen Localitäten. Licht mit Trockenheit zugleich begünstige die Bildung von Sternhaaren und eine graugrüne oder bläulichgrüne Farbe; Schatten mit etwas Feuchtigkeit dagegen veranlasse zu Drüsenbildung und färbe dunkelgrün oder grasgrün. Wasser oder Feuchtigkeit verlängere Stengel und Blätter und zerschlitze die letztern; daher komme es, dass die untergetauchten Blätter von Callitriche lineal, die schwimmenden verkehrteiförmig seien, dass die untergetauchten Blätter von Ranunculus

---

6) Ich werde auf die Verbreitung der Pflanzenformen und deren Ursachen in der nächsten Mittheilung zurückkommen.

aquatilis und von Trapa natans vielfach haarförmig getheilt, die schwimmenden ungetheilt oder gelappt seien; daher sollen an feuchten schattigen Standorten die Blätter länger, getheilt und gestielt, an trockenen dagegen kürzer, ungetheilt und sitzend werden; daher seien an feuchten schattigen Localitäten die Pflanzen stengelblättrig mit mehr aufrechten, an trockenen bodenblättrig mit mehr ausgebreiteten Blättern.

Diese dürften wohl als die zuverlässigsten Angaben zu betrachten sein, zugleich als diejenigen, die am wahrscheinlichsten klingen, und für die man viele Beispiele finden wird, welche ein kritikloses Urtheil als Bestätigung der gewöhnlichen Meinung ansehen mag. Insofern sie aber zur Erklärung der Varietätenbildung dienen sollen, sind sie sicher unrichtig. Betrachten wir diejenige Behauptung etwas näher, welche am häufigsten und nicht nur von Systematikern, sondern auch von Pflanzenphysiologen ausgesprochen wurde, Feuchtigkeit mache kahl, Trockenheit behaart. Dass die Wasserpflanzen in der Regel kahl sind, berührt die Frage nicht unmittelbar. Denn es frägt sich sehr, ob landbewohnende Potamogeton- oder Myriophyllum-Arten, wenn es solche gäbe, behaart wären. Anderseits giebt es behaarte Fucoideen.

Es ist sehr zweifelhaft, ob Samen der nämlichen Pflanze auf feuchter Localität mehr kahle, auf trockener mehr behaarte Individuen geben. Mir ist kein Factum hiefür bekannt, und ich glaube nicht, dass jemand die Frage, so gestellt, mit Grund bejahen könnte. Uebrigens auch hierauf kommt es nicht eigentlich an, sondern darauf, ob feuchte Localitäten kahle, und trockene Localitäten behaarte Varietäten hervorbringen. Diess ist entschieden zu verneinen, und der Beweis dafür um so leichter beizubringen, als es viele Pflanzenarten giebt, deren Varietäten durch schwächere oder stärkere Behaarung von einander abweichen.

Solche Varietäten wird man entweder immer oder wenigstens hie und da neben einander auf dem gleichen Standort finden Von Campanula pusilla, C. rotundifolia und C. Scheuchzeri giebt es Varietäten mit kahlen und mit graubehaarten Blättern; die letztern sind seltener. Beide kommen immer unter einander vor. Auf trockenen Waiden findet man häufig unter den kahlen einzelne behaarte Pflanzen. Im Rheinwaldthal (circa 6000′ ü. M.) sah ich auf einer von herabfliessendem Wasser ganz benetzten Stelle die behaarte Varietät von C. rotundifolia in grösserer Menge und darunter einzelne kahle Pflanzen. Nach meinen Erfahrungen müsste ich eher sagen, bei Campanula entspreche die reichlichere Behaarung den feuchteren Standorten. Campanula persicifolia hat kahle und behaarte Kapseln; beide Varietäten kommen zusammen vor. So findet man ferner kahle und beharrte Formen von Mentha-Arten, von Veronica scutellata u. A. Man findet Varietäten von Veronica spicata, Thymus Serpyllum, Achillea nana, A. Millefolium, Papaver alpinum, von Erigeron-Arten, Cerastium-Arten und von vielen anderen Pflanzen mit sehr ungleicher Behaarung auf der nämlichen Localität unmittelbar neben einander.

Es ist nicht nöthig, dass ich auch auf die andern der vorhin angeführten Merkmale weitläufiger eintrete. Insofern sie wirkliche Varietäten charakterisiren, ergiebt die genaue Prüfung immer, dass sie nicht durch den Standort hervorgebracht werden. Wir finden z. B. die glauke Form mit den Sternhaaren nicht nur an trockenen sonnigen, die dunkelgrüne und drüsige Form nicht nur an feuchten und schattigen Orten; sondern beide kommen unter einander an den einen und andern Orten vor. Ebenso verhält es sich mit den sitzendblättrigen und gestieltblättrigen, mit den boden- und stengelblättrigen, mit den ganz- und getheiltblättrigen Formen etc.

Die angeführten Merkmale sind nicht die einzigen, die von bestimmten äussern Einflüssen abgeleitet werden. Ich erwähne aber anderer Behauptungen nicht, da sie allzu unbestimmt gehalten sind [7]).

Wenn ich bis jetzt zeigte, dass eine grosse Zahl von Varietäten nicht durch äussere Einflüsse erklärt werden können, so gilt diess nicht von allen abweichenden Bildungen überhaupt. Denn es ist an und für sich klar, dass eine jede äussere Potenz, welche einer Abstufung fähig ist, auch eine verschiedene Wirkung auf den Organismus haben muss. Diese Wirkung giebt sich hauptsächlich in der Steigerung oder Schwächung einzelner Processe kund. So

---

7) Man kann kaum eine Spezialflora durchblättern, ohne einzelne solcher Angaben zu treffen. Eine systematische Durchführung ist mir nur in den Werken Hegetschweilers bekannt, namentlich in dessen Beiträgen zu einer kritischen Aufzählung der Schweizerpflanzen 1831 und in seiner Flora der Schweiz 1840. Hegetschweiler als ein denkender und strebsamer Forscher konnte mit dem grundsatzlosen Verfahren der Systematik, welches die Species nach subjectivem Takte zurechtlegt, nicht befriedigt sein. Er suchte die Vielförmigkeit der Natur zu begreifen und glaubte diess aus der Vielförmigkeit der äussern Verhältnisse zu können Er führte seine Reformen nicht in der Studirstube, sondern auf zahlreichen Excursionen aus. Und wenn sein Unternehmen schliesslich missglückte, so zog die Wissenschaft doch einen Gewinn daraus. Denn es musste vielleicht der Versuch einer konsequenten Durchführung vorausgehen, um dem Gedanken Eingang zu verschaffen, dass die Ursachen der manigfaltigen Formen überhaupt auf einem andern Wege zu suchen sind. Dass Hegetschweiler nicht selbst zu dieser Einsicht kam, begreift sich leicht. Auf dem Boden der Unveränderlichkeit der Art stehend, blieb ihm, wie ich schon Eingangs zeigte, nichts Anderes übrig, als die Varietäten durch die äussern Einflüsse zu erklären. Die unkritische Methode aber, welche ihn die Mängel seiner Theorie übersehen liess, theilte er mit der ganzen Richtung seiner Zeit, insofern es sich um Erklärung von Erscheinungen in der organischen Welt handelte.

nimmt die Pflanze auf verschiedenen Standorten grössere oder geringere Mengen einer chemischen Verbindung auf; verschiedene Grade der Beleuchtung und der Temperatur wirken begünstigend oder hemmend auf gewisse chemische Vorgänge. Desswegen enthalten Pflanzen der nämlichen Varietät eine ungleiche procentige Zusammensetzung. Sie sind je nach dem Standorte reicher an bestimmten unorganischen Verbindungen, je nach dem Klima oder dem Jahrgang reicher an gewissen organischen Stoffen. Es ist bekannt, dass das Licht die Bildung von Farbstoffen, die Wärme dagegen die Bildung von Zucker auf Kosten von Säuren und Gerbstoffen, die Bildung von ätherischen Oelen, Alkaloiden etc. begünstigt. Reichliche Mengen von Nährstoffen verbunden mit einer passenden Temperatur und hinreichender Beleuchtung vermehren die Assimilation und Ernährung, machen demnach Zellen und Organe grösser und zahlreicher und vermehren die Trockensubstanz. Auf magern Stellen bleiben die Gewächse klein, wenigblüthig, unverzweigt, mit kurzgestielten, wenig zertheilten Blättern. Auf fettem Boden werden sie gross, reichbeblättert, mit länger gestielten und tiefer zertheilten Blättern; sie verzweigen sich stark und tragen reichliche Blüthen. Eine Vermehrung der Wasserzufuhr allein, bei gleichbleibender Aufnahme der übrigen Nährstoffe, vergrössert die Pflanze und ihre Theile ohne Vermehrung der Trockensubstanz. Die Gewebe werden grossmaschiger und weicher, die Stengel und ihre Internodien gestreckter, die Blattstiele länger, die Blattspreiten tiefer gelappt[8]).

---

8) Darauf dürfte sich die Wirkung des Wassers beschränken. Es wird derselben freilich, auch abgesehen von der Varietätenbildung auf feuchten Standorten, von der ich schon gesprochen habe, noch viel mehr zugeschrieben. Es ist jedoch dabei zu berücksichtigen, dass eine feuchte Localität, auch wenn die Bodenbeschaffenheit ganz

Aber alle diese Veränderungen bedingen noch keine eigentlichen Varietäten und führen auch nicht zur Racenbildung. In die nämliche Kategorie gehören auch die Veränderungen, welche die Gewächse durch ungleiche verticale Erhebung erfahren. Man spricht in den Floren viel von Alpenvarietäten. Eine unbefangene Würdigung der Thatsachen zeigt uns, dass die direkte Einwirkung einer beträchtlichen Höhe vorzugsweise in einer geringern Ernährung besteht, was theils durch die in geringerer Menge vorhandenen Nährstoffe, theils durch die niedrigere Temperatur und die kürzere Vegetationsperiode bedingt wird. Das Alpenklima bewirkt also stets, dass eine Pflanze ihre Theile in geringerer Zahl und Grösse ausbildet. Die Alpenpflanzen sind klein, wenigblättrig, wenigblüthig, mit spärlicher oder mangelnder Verzweigung; ihre Blätter klein und wenig getheilt; der Wuchs gedrungen, weil die Stengelinternodien verkürzt sind, was ein Zusammenrücken der Blätter und Zweige zur Folge hat. Dass diese Veränderungen in nichts anderem als in mangelhafter Ernährung bestehen, geht deutlich daraus hervor, dass ähnliche kleine und gedrungene Formen auf magern Standorten der Ebene, dagegen schlanke,

---

dieselbe bleibt, nicht bloss durch grössere Wasserzufuhr wirkt, sondern dass sie der Pflanze unter Umständen auch eine bessere Ernährung ermöglicht. Es wird aber ferner die Bodenbeschaffenheit der feuchten Localität in der Regel eine andere sein, als die der angrenzenden trockenen, indem das Wasser verschiedene gelöste Mineralstoffe mitbringt und dieselben durch Absorption in der Bodenkrumme zurücklässt. — Was die von der Einwirkung des Wassers abgeleitete Verschiedenheit zwischen den untergetauchten und schwimmenden Blättern einiger Wasserpflanzen betrifft, so ist die Ursache jedenfalls in andern Momenten zu suchen. Denn die Verschiedenheit ist schon durch die Anlage gegeben und diese Anlage bildet sich für beide Blattarten unter den nämlichen Verhältnissen rücksichtlich der Wassermenge.

hohe, verzweigte Formen auf fetten Plätzen der Höhe gefunden werden. So habe ich noch vor Kurzem auf Piz Ot und Piz Languard im Oberengadin bei einer Höhe von 9500 Par. Fuss ein halbes Dutzend Phanerogamen beobachtet, die den merkwürdigsten Gegensatz zeigten, je nachdem sie bei freier Lage fast auf dem kahlen Gestein oder nur einige Fuss davon entfernt bei geschützter Lage in Felsspalten, wo sich eine grössere Menge von Dammerde angehäuft hatte, wuchsen. Die ersteren waren jene stengellosen, winzigen Gewächse der Eisregion, die letztern grösser und caulescirend, wie man sie sonst zwischen 6000 und 7000′ findet. Aehnliche Beobachtungen machte ich in gleicher Höhe vor längerer Zeit am Monte Rosa und kürzlich am Rheinwaldhorn (Bündten) und Sustenhorn (Berneroberland).

Diese Merkmale bedingen auch hier noch nicht für sich die constante Varietät. Häufig aber kommen andere Modificationen hinzu und durch die letztern entstehen wirkliche Varietäten, welche wie begreiflich den Habitus der Alpenpflanzen ebenfalls an sich haben. Aber die gedrungene Kleinheit ist ihnen nur accidentell eigen; sie ist es nicht, welche das Wesen der Race bedingt. Diess ergiebt sich klar aus dem Umstande, dass zuweilen auch die Race der Ebene in die Alpen steigt und neben der alpinen Race vorkommt, mit der sie dann Kleinheit und Gedrungenheit gemein hat, oder dass die Alpenrace in die Ebene sich verliert und grösser, schlanker und ästiger wird. Aus diesen Thatsachen müssen wir schliessen, dass das Alpenklima für sich nicht die Race zu bilden vermag. Wenn diess der Fall wäre, so müsste die Alpenrace sich allmählich mit zunehmender Höhe ausbilden, was wohl nie beobachtet wird, und sie dürfte nicht neben der Race der Ebene vorkommen, was fast immer da oder dort der Fall ist.

Dass die geringere und grössere Erhebung überhaupt

nichts Wesentliches an der Pflanze ändert, sehen wir deutlich aus vielen Arten, die in der Ebene und auf hohen Gebirgen die gleiche Form zeigen. Urtica dioica und Chenopodium bonus Henricus steigen bis über 5000′. Vaccinium Myrtillus und V. uliginosum kommen von der Ebene bis 8000′, Empetrum nigrum von der Ebene bis 7500′, Parnassia palustris von der Ebene bis über 6000′, Orchis conopsea und odoratissima von der Ebene bis über 7000′, Achillea Millefolium von der Ebene bis 8000′ vor. Eriophorum alpinum wächst von 1600 bis 6000′, Pinguicula alpina von 1400 bis 6000′, Linaria alpina von 1600 bis über 8000′, Saxifraga oppositifolia von 1300 bis 9000′, Saxifraga Aizoon von 1300 bis 9000′, Rhododendron ferrugineum von 700 bis über 7000′ etc.

Diese Pflanzen, und besonders die zuletzt genannte, beweisen, wie wenig die klimatischen und Bodenverhältnisse auf die varietätliche Veränderung der Gewächse Einfluss haben. Rhododendron ferrugineum wächst meistens auf kalkarmem Gestein; es kommt aber auch auf Kalk vor und zwar nicht etwa bloss auf Lehm, der den Kalk überlagert, oder auf einer dicken Humusschichte, sondern auch auf fast nackten Kalkfelsen. Im schweizerischen Jura ersetzt es sogar das Rhododendron hirsutum. Es kommt ferner an sonnigen und schattigen, an trockenen und feuchten Localitäten vor. Es lebt einerseits nahe der Grenze des ewigen Schnees, wenigstens über 7000′; anderseits steigt es bis in die oberitalienische Ebene hinunter. Am Comersee und am Langensee kommt es bei 700′ vor. Ich fand es letztes Jahr am Eingang in die Sementinaschlucht bei Bellinzona, im Kastanienwald und in der nächsten Nähe von Weinreben, Feigen- und Pfirsichbäumen. Einen Unterschied gegenüber der hochalpinen Form bemerkte ich nicht.

Man wird nun zwar einwenden, dass nicht alle Pflanzen

gleich empfänglich für äussere Eindrücke seien. Diess ist allerdings richtig, aber unter den genannten muss wenigstens Achillea Millefolium als variabel bezeichnet werden. Ueberdem habe ich oben schon Hieracium Pilosella erwähnt, welches in der nämlichen Form von der Meeresküste bis über 7000′ hoch steigt, obgleich es zu den wandelbarsten Gewächsen zählt; ich könnte noch andere Hieracien nennen, die sich ähnlich verhalten. Was aber besonders entscheidend ist, alle diese Gewächse, die in der nämlichen Varietät von der Ebene bis in die Alpen gehen, zeigen ihre Empfänglichkeit für äussere Eindrücke, indem sie die vorhin bemerkten Veränderungen annehmen. Sie werden kleiner, gedrungener, ihre Organe sind in geringerer Zahl vorhanden: ein Beweis, dass die äussern Verhältnisse in allen ähnlich, wenn auch in ungleichem Grade wirken.

Die Verschiedenheit dieser Einwirkung von der eigentlichen Varietätenbildung zeigt sich klar, wo beide neben einander auftreten. Ein Beispiel, wofür ich wieder Hieracium Pilosella wählen will, wird diess am besten darthun. Ich habe schon bemerkt, dass die gewöhnliche Form dieser Art auf allen möglichen Standorten vorkommt. Auf fetten Plätzen der Ebene wird sie verlängert und üppig, auf magern Waiden des Hochgebirgs klein, gedrängt, mit verkürzten Stolonen. Aehnliche kleine Formen kommen aber auch im Thal auf sehr magern und trockenen Stellen vor, während bei 4500 und 5500′ an Ackerrändern oder an Strassendämmen sehr grosse und verlängerte Pflanzen gedeihen. In der Ebene und in den Alpen kommen neben der gewöhnlichen Varietät verschiedene Modificationen derselben vor. Ausserdem giebt es eine Form, die man als Alpenvarietät bezeichnet hat, H. Hoppeanum. Dass dieselbe aber nicht ein Product des Alpenklimas ist, ergiebt sich aus dem Umstande, dass H. Pilosella ebenfalls in den Alpen vorkommt und selbst noch etwas höher hinauf-

geht. Auch wäre mit dieser Annahme wenig in Harmonie der andere Umstand, dass H. Hoppeanum in allen Theilen grösser und stärker ist, als das gewöhnliche H. Pilosella, mit Ausnahme der verkürzten Stolonen.

Man könnte nun vielleicht sagen, es sei nicht das Alpenklima überhaupt, sondern eine besondere Modification desselben, welche H. Hoppeanum erzeugt habe. Dass diess nicht der Fall sein kann, erhellt aus der schon früher hervorgehobenen Thatsache, dass H. Pilosella und H. Hoppeanum in den Alpen oft auf der nämlichen Localität vorkommen, und dass nicht selten mit dem einen oder andern oder mit beiden auch die Mittelform vergesellschaftet ist. Ferner wächst H. Hoppeanum neben H. Pilosella auch in der Ebene bei München und bei Augsburg; die Mittelform fehlt hier ebenfalls nicht.

Die wirklichen Alpenvarietäten, d. h. diejenigen, welche nicht bloss durch kleinen und gedrungenen Wuchs abweichen, sind also nicht eine Folge des Alpenklimas. Wenn sie sich ausser der Kleinheit noch durch andere Merkmale, dieselben mögen noch so unbedeutend sein, und z. B. in nichts anderem, als in grössern Blumen bestehen, von der gewöhnlichen Form unterscheiden, so bilden sie sich immer unabhängig von den klimatischen und Bodenverhältnissen aus, und wenn eine solche Alpenvarietät, was aber selten der Fall ist, als der einzige Repräsentant ihrer Species in den Alpen überhaupt oder auf besondern Localitäten derselben auftritt, so ist es nur, weil sie als die existenzfähigere Form die übrigen verdrängt hat.

Die ganze bisherige Beweisführung stützt sich auf die Thatsachen, 1) dass die Varietäten nicht nur unter den äussern Verhältnissen vorkommen, die man als ihre Ursache betrachtet, sondern auch unter ganz abweichenden Verhältnissen, und 2) dass zwei verschiedene Varietäten, die nach der gewöhnlichen Ansicht verschiedene äussere

Einflüsse voraussetzen, neben einander, somit unter ganz den nämlichen Einflüssen getroffen werden. Man könnte hiegegen, und mit dem Anscheine einiger Berechtigung, folgende Einwendung machen. Die Varietäten würden allerdings durch die Einwirkung der klimatischen und Bodenverhältnisse erzeugt. Dadurch dass sie durch viele Generationen auf dem nämlichen Standort gelebt und dessen Einwirkung erfahren hätten, wären sie zu grösserer oder geringerer Constanz gelangt, und wenn sie nun auf einem andern Standorte sich ansiedelten, so behielten sie noch einige Zeit lang die unveränderten Varietätsmerkmale, und giengen dann erst in die diesem neuen Standorte entsprechende Varietät über.

Dieser Einwurf erscheint plausibel; denn er stellt ein Analogon mit der Racenbildung durch künstliche Zuchtwahl auf. Bei der letztern wird ein Merkmal oder eine Gruppe von Merkmalen durch eine Reihe von Generationen gehäuft und die Constanz wird um so grösser, je länger die Vererbung statt gefunden hat. Es ist nun, wie ich schon erörtert habe, unzweifelhaft, dass die Pflanze, welche unter veränderte äussere Verhältnisse gebracht wird, auch ihre Merkmale etwas verändert. Die Frage ist aber, ob diese Veränderung durch mehrere Generationen hindurch fortdauern und sich steigern könne, und ob gleichzeitig die Constanz zunehme. Gegen diese Theorie sind drei, wie mir scheint, ganz entscheidende Einwürfe zu machen; es widersprechen ihr 1) die Natur der wirkenden Einflüsse und die Art und Weise ihrer Einwirkung, 2) die damit übereinstimmenden Erfahrungen der Cultur, 3) die Verhältnisse des Vorkommens.

Auf die beiden erstern Punkte werde ich später eintreten. Den letzten, welcher mit dem Vorhergehenden in Verbindung steht, will ich sogleich noch kurz berühren.

Die Verhältnisse des Vorkommens müssten sich, wenn

der eben erörterte Einwurf gegründet wäre, folgendermaassen gestalten. Jede Localität würde die ihr eigenthümliche Varietät beherbergen, und mit dem Uebergang der Localitäten würden sich auch die Varietäten allmählich ändern und in einander übergehen. In Folge der Samenverbreitung durch den Wind und die Thiere würde man nun zwar auf einer Localität nicht bloss die ihr zukommende, sondern möglicher Weise auch andere dahin geführte Formen antreffen. Aber diess könnte nur als Ausnahme von der Regel auftreten, um so mehr als die eingewanderte Varietät nach längerer oder kürzerer Dauer in die Form des Standortes sich umändern müsste. Damit stimmen aber nicht die beobachteten Thatsachen, namentlich nicht die weite und häufige Verbreitung der gleichen Varietät über die ungleichartigsten Standorte und das Vorkommen von zwei verschiedenen Varietäten der gleichen Pflanzenart auf grossen gleichförmigen Localitäten. Ueberhaupt erscheint in der Wirklichkeit die Uebereinstimmung zwischen Varietät und äussern Verhältnissen als Ausnahme, während sie nach der Theorie als Regel sich geltend machen müsste.

Wenn die Varietäten constant gewordene Standortsformen wären, so müsste sich ein wesentlicher Unterschied in der Verbreitung der Formen zeigen, je nach der Leichtigkeit, mit der sie ihren Wohnort ändern. Pflanzen, deren Früchte oder Samen durch den Wind weit verbreitet werden, könnten sporadisch auch auf vielen andern Localitäten vorkommen. Solche dagegen, deren Samen sich nicht weit entfernen, müssten streng an der Localität, die sie erzeugte, festhalten. Mit der langsamen Verbreitung auf andere Standorte müsste auch eine langsame Umbildung erfolgen. Diese logische Folgerung ist in der Wirklichkeit wieder nicht erfüllt. Wir sehen durchaus keinen Unterschied in der Verbreitung von Gewächsen mit transportabeln und nicht transportabeln Samen. So stehen die beiden Varietäten

der gewöhnlichen Eiche (Quercus Robur pedunculata und sessiliflora), die beiden Varietäten der Haselnuss (mit rundlichen und ovalen Früchten) überall durcheinander.

Die Vorkommensverhältnisse sind, wie wir eben gesehen haben, selbst für den ungünstigsten Fall beweisend, für den Fall nämlich, dass die Varietäten leicht auf fremden Standorten unter den Varietäten der letztern sich ansiedeln. Die Erfahrung zeigt nun aber, dass eine Pflanze nur schwer sich einen neuen Platz erobert und dass sie es manchmal auch gar nicht vermag. Es giebt Pflanzenarten und Varietäten, welche unter gewissen Umständen auf einem Standorte sich nicht ansiedeln können, wenn eine verwandte Art oder Varietät denselben bewohnt. Solche Beispiele finden wir an Achillea atrata und A. moschata, Rhododendron ferrugineum und Rh. hirsutum, Primula officinalis und P. elatior, Hieracium Pilosella und H. Hoppeanum, Orchis conopsea und O. odoratissima, an Arten von Erigeron, Rhinanthus und anderer Gattungen.

Ich werde in einer folgenden Mittheilung diesen Punkt erörtern und will hier nur das Factum, soweit es für den vorliegenden Fall von Interesse ist, kurz berühren. Es giebt Gebirgsstöcke, auf denen Achillea atrata und A. moschata streng nach der geologischen Unterlage geschieden sind. Erstere gehört dem Kalk an, letztere dem Urgebirge (Granit, Gneis, Glimmerschiefer, grauer Schiefer etc.). Man hat daraus geschlossen, A. atrata könne nur auf kalkreicher, A. moschata nur auf kalkarmer Unterlage wachsen. Man hat selbst gemeint, die eine wäre die Varietät der kalkarmen, die andere der kalkreichen Localitäten und sie verwandelten sich in einander, wenn sie auf ihre gegenseitigen Standorte gelangten. Weder das Eine noch das Andere ist richtig. Denn A. moschata gedeiht auch ganz gut auf Kalk, und A. atrata ebenso auf

Urgebirge, wenn jede Form allein ist. Sind sie in Gesellschaft, so scheiden sie sich nach der geognostischen Unterlage aus. Wir können diess nur so erklären, dass wir annehmen, es komme A. moschata besser auf kalkarmem Boden fort, als A. atrata, diese dagegen auf kalkreichem Boden besser als die erstere. Daher verdrängen sie sich gegenseitig, wenn sie als Concurrenten auftreten. Da es Hänge in den Alpen giebt, die, soweit der Kalk reicht, ausschliesslich mit A. atrata, und soweit sie aus Schiefer bestehen, ausschliesslich mit A. moschata bedeckt sind, und da diese zwei Standorte mit ihren Pflanzen unmittelbar an einander grenzen, so beweist uns diess, wie schwer es einer Form wird, auf dem ungünstigern Standort sich anzusiedeln, wenn ein Mitbewerber ihr denselben streitig macht.

Ich habe hier ein Beispiel angeführt, wo die beiden Pflanzen eine ungleiche Empfindlichkeit gegen die chemische Beschaffenheit der Unterlage zeigen. In andern ist es die physikalische Constitution des Bodens, welche zwar an und für sich das Vorkommen jeder einzelnen von zwei Pflanzenformen gestattet, welche aber, wenn beide vereint auftreten, bald die eine bald die andere als die stärkere erscheinen lässt, und daher den Ausschluss der Mitbewerberin veranlasst.

In gleicher Weise müsste es sich mit allen Varietäten verhalten, welche constant gewordene Localitätsformen wären. Jede bewohnte zuerst den Ort, dem sie ihr Dasein verdankt; von hier aus suchte sie auf andere, ihr fremde Standorte überzugehen. Diese waren aber mit den ihnen eigenthümlichen Varietäten besetzt und mussten daher dem Eindringling fast unüberwindliche Hindernisse darbieten. Denn wir müssen doch immer annehmen, dass eine Varietät auf der Localität, auf welcher sie erzeugt wurde, auch existenzfähiger sei, als eine andere, die unter andern äussern

Bedingungen entstanden ist. Das Durcheinandervorkommen der Varietäten, wie es in der Wirklichkeit vorhanden ist, lässt sich also nicht mit der Theorie vereinen, dass dieselben constant gewordene Standortsformen seien. Diese Schwierigkeit fällt dagegen weg, wenn die Varietäten durch innere Ursachen entstanden sind. Es ist dann ganz gut möglich, dass zwei oder mehrere derselben gegen gewisse äussere Verhältnisse sich gleich verhalten, dass auf gewissen Standorten keine als die existenzfähigere erscheint und die andere zu verdrängen vermag, dass sie also daselbst neben einander bestehen können.

Ich habe bis jetzt die Thatsachen erörtert, welche das Vorkommen der Gewächse auf ihren natürlichen Standorten darbietet. Eine andere Reihe von Thatsachen geben uns die Culturversuche und die Bildung von Racen oder Varietäten im Garten. Das übereinstimmende Resultat der letztern ist, dass die nämlichen klimatischen und Bodeneinflüsse die gleichzeitige Entstehung von zwei und mehreren verschiedenen Racen gestatten. Auf demselben Gartenbeet und aus den Samen derselben Pflanze können durch eine Reihe von Generationen, wenn die gegenseitige hybride Befruchtung vermieden wird, Varietäten mit verschiedenen Blättern, Blüthen, Früchten, Wurzeln, mit verschiedener Verzweigung, Behaarung u. s. w. sich ausbilden. Es kann selbst die Abänderung in entgegengesetzter Richtung erfolgen; es können neben einander Racen mit grossen und kleinen Blättern, Blüthen, Früchten, Samen, mit dünnen und dicken Wurzeln, mit reicher und spärlicher Verzweigung, mit aufrechten und hängenden Zweigen, mit zerschlitzten und mit ungelappten Blättern entstehen. Daraus geht unzweifelhaft hervor, dass

wir die Ursachen der Variation unmöglich in den äussern Verhältnissen suchen können.

Ein anderes wichtiges Moment ist, dass bei der Racenbildung nicht etwa die Veränderung in allen Individuen gleichmässig erfolgt, sondern dass sie nur einzelne trifft. Wenn die äussern Einflüsse die Veränderung bewirkten, so müssten alle Individuen, die denselben ausgesetzt sind, die übereinstimmende Wirkung erfahren. Säet man aber Samen des gleichen Pflanzenstockes, selbst der gleichen Samenkapsel auf dasselbe Beet aus, so zeigt vielleicht eine einzige Pflanze eine Abänderung, welche bei fortgesetzter Aussaat zur Racenbildung führt, indess die übrigen Pflanzen und ihre Nachkommen der ursprünglichen Race treu bleiben.

Mit den Erfahrungen der Gärtner stimmen bekanntlich die der Thierzüchter überein. In dem nämlichen Taubenschlag, in dem nämlichen Stall und auf der gleichen Waide bleibt eine Race in den einen Individuen unverändert, in andern Individuen bildet sie sich zur neuen Race um.

Es werden vielleicht Gärtner und Thierzüchter hiegegen einige Einwendungen machen und sagen, dass es bei der Racenbildung auch auf die Zubereitung der Erde und auf die Ernährung der Thiere ankomme. Diess ist immer richtig, wenn es sich um Racenmerkmale handelt, die durch die lebhaftern oder trägern Funktionen einzelner organischer Thätigkeiten bedingt werden. Solche Merkmale werden aber nie constant, und wir sollten eigentlich ihre Träger nicht mit dem Namen einer besondern Race bezeichnen. Ich werde auf diesen Punkt noch später zurückkommen.

Wenn uns die Beobachtungen in der freien Natur eine fast unbeschränkte Menge von übereinstimmenden Beispielen vorführen, wo wir die Forderung der Theorie mit der Wirklichkeit vergleichen können, so giebt uns die Cultur zwar nur eine beschränkte Zahl von Beispielen, aber diese ersetzen den äussern Mangel durch grossen innern Werth;

denn sie erlauben die Entstehungsweise der Racen direkt zu verfolgen und mit Rücksicht auf die ursächlichen Momente zu prüfen.

Zur Annahme der Racenbildung wird zweierlei erfordert: 1) müssen neue Merkmale auftreten und 2) müssen dieselben constant werden.

Die neuen Merkmale müssen immer so ausgeprägt sein, dass die Träger derselben sich deutlich von den schon vorhandenen Racen unterscheiden. Sie können entweder auf einmal auftreten, oder durch mehrere successive Generationen allmählich zu ihrer vollkommenen Höhe sich ausbilden. Die Constanz ist immer Folge der Vererbung durch eine Reihe von Generationen. Wenn ein Racenmerkmal schon in der ersten Generation vollendet erscheint, so ist es noch variabel, erst durch wiederholte Vererbung wird es dauerhaft. Wenn das Merkmal aber sich nach und nach ausbildet, so hat es bei seiner Vollendung schon einige Constanz; dieselbe vermehrt sich in den folgenden Generationen noch, ohne dass das Merkmal in seinen sichtbaren Erscheinungen sich weiter verändert.

Ich erlaube mir hier eine Bemerkung darüber, was wir uns eigentlich unter Constantwerden zu denken haben. Wie dieser Begriff sich uns unmittelbar darstellt und wie er auch häufig aufgefasst wird, scheint er im Widerspruch mit dem Gesetze zu stehen, dass in der Natur Alles wie Ursache und Wirkung verknüpft ist. Denn wir begreifen nicht, warum eine Eigenschaft ihrem Wesen nach anders sein soll, je nachdem sie längere oder kürzere Zeit gedauert hat. Wir müssen daher annehmen, dass bei der Racenbildung nicht bloss die äussern sichtbaren, sondern ausserdem innere unsichtbare Veränderungen statthaben, welche möglicher Weise schon vor jenen eintreten und nach denselben noch andauern können.

Da diese inneren Veränderungen mit den äussern, die

als Racenmerkmale sichtbar werden, in causalem Verhältniss stehen, so wird nun sogleich einleuchtend, dass der Organismus die neuen Merkmale um so zäher festhält, je weiter die bedingenden inneren Veränderungen gediehen sind, dass um jene zu vernichten, diese zuvor entfernt werden müssen, und dass es dazu einer gleichen Summe von Einwirkungen bedarf, wie diejenigen die sie hervorgerufen haben.

Ein Beispiel, an dem dieses deutlich gemacht werden kann, ist folgendes. Der Gärtner cultivirt eine blaublühende Pflanzenart. Bei einer Aussaat erhält er einmal ein weissblühendes Exemplar. Er sammelt ausschliesslich von diesem die Samen und gewinnt bei deren Aussaat neben blauen, einige weisse Pflanzen. Er setzt das nämliche Verfahren fort, er behält immer nur die weissblühenden Stöcke als Samenpflanzen. Seine Aussaaten geben immer mehr, zuletzt bloss noch weissblühende Exemplare. Die Constanz nimmt mit jeder folgenden Generation um einen Grad zu. Wir können uns diese Thatsache bloss in folgender Weise erklären.

Ob die Individuen einer Art blaue oder weisse Blüthen tragen, muss von einer Verschiedenheit der Stoffmischung bedingt werden, welche wieder auf die ganze moleculare Beschaffenheit zurückwirkt. In irgend einem Individuum ist nun diese Aenderung soweit eingetreten, dass sie weisse Blüthen bedingt, aber nicht so weit, dass auch die erzeugten Keime alle weissblühende Pflanzen gäben. Sie ist einer Steigerung fähig und diese Steigerung erfolgt durch eine Reihe von Generationen. Solange die Veränderung in der bestimmten Richtung andauert, wird auch die Constanz gesteigert. Es bedarf dann ceteris paribus einer gleichen Zahl von Generationen, um die eingetretene Umbildung durch entgegengesetzte Ursachen vollkommen zu tilgen und die weissblühende Varietät wieder in die rothblühende zurückzuführen. Wenn aber die Umbildung ihren höchsten

Grad erreicht hat, so hört auch die Steigerung der Constanz auf. Wenn z. B. mit der 20. Generation die grösstmögliche Veränderung in der bestimmten Richtung eingetreten ist, so kann die 50. und 100. Generation sie an Constanz nicht übertreffen.

Damit steht in Uebereinstimmung, dass nicht jede Eigenschaft, welche sich lange vererbt hat, desswegen auch constant geworden ist. Diess gilt namentlich von den Veränderungen, welche die äussern Einflüsse an den Pflanzen unmittelbar bewirken. Wie ich schon früher bemerkte, bestehen dieselben vorzugsweise in einer Steigerung oder Schwächung einzelner Processe. Die Wirkung entspricht der Ursache und muss mit dieser aufhören. Auf einem fruchtbaren Boden werden die Pflanzen gross, stark verzweigt und reichblüthig; aber niemand kann daran denken, dass diese Eigenschaften Constanz erlangen. Nach der hundertsten Generation werden die Pflanzen, wie nach der zweiten, auf einem magern Boden klein, unverzweigt und armblüthig ausfallen. — In einem warmen Sommer werden die Trauben süss, in einem kalten sauer. Wenn 99 ununterbrochene Generationen der Weinrebe nur warme Sommer gesehen hätten, so würde die hundertste in kalter Witterung doch wieder saure Früchte geben. — Wenn eine Pflanze während einer noch so langen Reihe von Generationen in Folge Lichtmangels bleichsüchtig gewesen ist, so wird sie doch, sobald das Licht wieder voll einwirkt, auch wieder intensiv grün werden. Wird ein Wald umgehauen, so treten verschiedene krautartige Pflanzen auf, von denen einige während langer Zeit, möglicherweise Jahrhunderte hindurch, als Stolonen mit bleichen unausgebildeten Blättern ein kümmerliches Dasein fristeten. Sowie die warmen Sonnenstrahlen nach der Abholzung den Boden treffen, so entwickeln sich diese Gewächse so üppig, und mit so lebhafter Färbung, als ob sie sich dessen nie entwöhnt hätten.

Die direkten Folgen der äussern Ursachen können also keine Constanz erlangen. Es liesse sich nun aber vermuthen, dass damit anderweitige indirekte Veränderungen verknüpft wären, welche zur Racenbildung führten. Es könnte die chemische und moleculare Natur durch eine lange Einwirkung so weit umgewandelt werden, dass dadurch noch bestimmte andere Merkmale, ausser den berührten direkten Folgen, hervorgebracht würden. Es könnte eine Pflanze, die einerseits auf einen an Humus, Feuchtigkeit, Kali- und Phosphorsalzen reichen Boden, anderseits auf einen trockenen und magern Boden kommt und daselbst während vieler Generationen bleibt, nicht bloss am einen Ort wohlgenährt und üppig, am andern Orte klein und schmächtig ausfallen, sondern in Folge der dauernden Einwirkung ungleicher Ernährung zugleich soweit in ihrer Constitution umgestimmt werden, dass sie auf den beiden Standorten zu zwei verschiedenen Racen sich umbildete: zwei Racen, die sich nicht bloss durch Grösse, sondern durch eigenthümliche Form und Farbe der Blätter, durch eigenthümliche Zähnung oder Kerbung derselben, durch eigenthümliche Form und Verzweigung des Stengels, durch eigenthümlichen Blüthenbau, durch eigenthümliche Behaarung etc. auszeichneten.

Die theoretische Möglichkeit, dass sich durch den Einfluss der klimatischen und Bodenverhältnisse auf indirektem Wege eine Race bilde, lässt sich also nicht bestreiten. Es ist nun aber die Frage, ob die Erfahrungen mit den Consequenzen dieser Theorie zu vereinen sind. Die nächste Folgerung wäre die, dass auf einem Standorte alle Individuen einer Art sich umbilden müssten, und dass die Umbildung nur in derselben Richtung erfolgen könnte. Denn gleiche Ursachen bringen gleiche Wirkungen hervor. Die Pflanzen zeigen zwar individuelle Verschiedenheiten; sie besitzen vielleicht eine ungleiche Empfänglichkeit für die neuen Einflüsse und fangen daher nicht gleichzeitig zu variiren

an. Aber da sie nicht nur der gleichen Race angehören, sondern überdies noch möglichst gleichartig vorausgesetzt werden, so müsste die Veränderung in allen den nämlichen Weg einschlagen.

Mit dieser Forderung stehen die Beobachtungen über das Vorkommen der Racen, wie ich bereits gezeigt habe, und ebenso die Erfahrungen über künstliche Racenbildung im Widerspruche. Auf dem nämlichen Gartenbeet gelingt es dem Gärtner, wie schon erwähnt, nicht nur eine Race unverändert zu conserviren, sondern auch aus ihr mehrere neue Racen, selbst solche, die als direkte Gegensätze zu betrachten sind, zu erziehen.

Man könnte vielleicht den Einwurf machen, dass die Pflanzen, wenn auch auf demselben Beete beisammen, doch nicht den gleichen Einflüssen ausgesetzt seien, die Erde sei ein Gemenge von verschiedenen Bestandtheilen, es könne daher geschehen, dass die Wurzeln der einen Pflanze mit ganz andern Stoffen in Berührung kommen, als die der übrigen. Es wäre leicht auf die Unwahrscheinlichkeit einer solchen Annahme hinzuweisen und dafür verschiedene Gründe anzuführen. Diess ist überflüssig, da sich die Unmöglichkeit der Annahme aus dem Erfolge darthun lässt. Wenn unter 100 Pflanzen, die auf einem Beete stehen, eine einzige abändert (z. B. weiss blüht, oder geschlitzte Blätter hat, oder frühzeitiger ihre Früchte reift), so müsste gemäss dem gemachten Einwurfe der Boden auf 100 Stellen einmal anders beschaffen sein. Es würde bei einer folgenden Aussaat wieder nur eine Abweichung auf 100 Exemplare geben können. Es giebt deren aber, wenn Samen von jener einen Pflanze ausgesäet werden, viel mehr und früher oder später trägt das ganze Beet bloss Pflanzen der neuen Race. Daraus folgt, dass der Boden entweder überall eine gleiche Beschaffenheit hat, oder dass, wenn seine Beschaffenheit

wechselt, diese Verschiedenheit für die Racenbildung ohne Bedeutung ist.

Wie unter den gleichen Verhältnissen ungleiche Racen entstehen, so bleiben sie, einmal gebildet, in ihrer Ungleichheit beständig, trotz dem, dass die gleichen Einflüsse auf sie einwirken. Die Racen der ein- und zweijährigen Gewächse (die also nur durch Samen sich fortpflanzen) bleiben unverändert, wenn man sie in dem gleichen Garten oder auf den gleichen Feldern neben einander cultivirt. Kein Gärtner und kein Landwirth zweifelt daran, dass er von Mais, Waizen, Gerste, Hafer oder von Zierpflanzen beim Aussäen wieder die gleiche Sorte erhalte. Man wird vielleicht sagen, die Dauer des Versuches sei hier zu gering, um eine Ausartung erwarten zu können. Für junge, erst kurze Zeit bestehende Racen wäre dieser Einwurf ungegründet. Für alte Culturracen aber haben wir zwei Reihen von Thatsachen, die unwiderleglich sind.

Einmal werden manche derselben seit Jahrtausenden in verschiedenen Ländern, unter verschiedenen klimatischen und Bodenverhältnissen gezogen, ohne dass sie desswegen in ebenso viele Racen auseinander gegangen wären. Die süssen Mandeln kannte man vor Plinius' Zeit im Orient, in Griechenland und in Italien; sie werden immer noch in diesen Ländern, ebenfalls in China cultivirt, ohne dass sie in den verschiedenen Gegenden jetzt verschieden wären. Ganz das Gleiche gilt für die bittern Mandeln, deren Cultur in denselben Ländern ebenso alt ist. Die sechszeilige Gerste wurde von den alten Indern, von den Aegyptern, den Griechen und Römern gebaut; sie findet sich noch in diesen Ländern, ohne verschiedene Racen gebildet zu haben. Aehnliches lässt sich für verschiedene andere Culturpflanzen nachweisen.

Die zweite Reihe von Thatsachen besteht darin, dass zwei oder mehrere Racen der nämlichen Art, seit Jahr-

tausenden in der nämlichen Gegend gepflanzt wurden, ohne dass man für sie eine ungleiche Behandlung rücksichtlich des Bodens oder anderer Verhältnisse anwendete. Trotzdem, dass sie also die gleichen Einflüsse erfahren haben, beharrten sie in ihrer Verschiedenheit; so die süssen und bittern Mandeln, die Getreidesorten etc.

Die Ursache, warum die Culturracen unverändert fortbestehen oder sich in andere Racen umwandeln, kann also nicht in der Einwirkung von klimatischen und Bodenverhältnissen gefunden werden. Sie liegt einerseits in der grössern oder geringern Neigung einer Pflanze, individuelle Abänderungen zu bilden, anderseits in dem Umstande, ob die künstliche Zuchtwahl derselben zu Hülfe kommt oder nicht.

Auch die in den botanischen Gärten cultivirten Pflanzen sprechen durchaus nicht für eine Umbildung der Varietäten durch äussere Ursachen. Zwei noch so nahe stehende Varietäten oder Racen, die aus dem Freien in den Garten verpflanzt werden, bleiben hier unverändert neben einander, insofern ihre Eigenschaften unabhängig von einer reichlicheren oder spärlicheren Ernährung sind. Man bemerkt zwar häufig eine Umbildung an den Gartenpflanzen; sie besteht aber nur in einer bessern Ernährung. Dieselben sind grösser, üppiger, mit reicherer Verzweigung. Ganz gleiche Exemplare findet man aber auch im Freien an fetten humusreichen Stellen[9]).

---

9) Man liest jetzt nicht selten in systematischen Werken, die oder jene Form sei eine gute Art, denn sie habe sich im Garten unverändert erhalten. Culturversuche sind gewiss sehr wichtig; sie erweisen, was an der Pflanze durch den Standort bedingt war. Aber sie geben nicht den geringsten Aufschluss darüber, ob eine Form eine bessere oder schlechtere Varietät, eine bessere oder schlechtere Art sei; denn sie vermögen nicht zu zeigen, welchen Grad der Constanz eine Pflanze erreicht hat.

Wenn die klimatischen Einflüsse eine Umbildung bewirken könnten, so sollte man diess namentlich an denjenigen Gewächsen, die aus fernen Ländern stammen, wahrnehmen. Man sollte die grösste Einwirkung der Cultur einerseits an Pflanzen der Tropen und der südlichen Hemisphäre, anderseits der höchsten Alpen und des höchsten Nordens wahrnehmen, was aber nicht der Fall ist.

An die Ergebnisse der Cultur in historischer Zeit reihen sich einige Fälle an, wo es möglich ist, die Resultate der Cultur in der Natnr während einer unvergleichlich viel längern Zeit zu beobachten. Wenn sich nämlich von einer Pflanze bestimmen lässt, zu welcher Zeit sie in verschiedene Gegenden gekommen ist, so können wir untersuchen, ob und welche Verschiedenheiten sie jetzt zeigt, und wir können darnach den Einfluss der klimatischen Verhältnisse beurtheilen. Im ersten Theil dieser Mittheilung habe ich von dem Vorkommen der Varietäten auf verschiedenen Standorten, ohne Rücksicht auf die bestimmte Zeitdauer, während welcher sie sich daselbst befinden, gesprochen. Ich will jetzt noch auf einige Fälle hinweisen, wo dieser Factor in die Rechnung gebracht werden kann.

Die letzte Periode, in welcher eine grosse Veränderung in der Verbreitung der Gewächse stattgefunden hat, ist die Eiszeit. Seitdem haben dieselben ihren Wohnort, mit wenigen Ausnahmen, die hauptsächlich auf Rechnung des Menschen fallen, nicht gewechselt. Zur Eiszeit war das Flachland von Mitteleuropa sammt den brittischen Inseln vom Meer bedeckt, aus welchem nur die Gebirgsländer als Inseln emporragten. Nach derselben, als der Boden sich gehoben hatte und das Klima wärmer geworden war, wanderten Pflanzen von Osten her ein, indess von den einheimischen Gewächsen die meisten sich in die höhern Regionen der Gebirge zurückzogen. Pflanzen, welche in Frankreich, Deutschland, Ungarn, Polen, Russland und Sibirien

zugleich vorkommen, bewohnen diese Länder sehr wahrscheinlich seit nahezu der Eiszeit, besonders wenn sie leicht transportable Samen besitzen. Pflanzen, die zugleich auf den Alpen, den Pyrenäen, im Caucasus und im hohen Norden leben, befinden sich daselbst mindestens seit der Eiszeit, weil seitdem die Communication gehemmt war.

Es giebt nun eine ganze Zahl von Pflanzen, die einige oder alle der genannten Tiefländer, die alle oder einzelne der genannten Gebirge und den Norden bewohnen, und die daselbst in der gleichen Varietät vorkommen. Müssen wir nicht den Einfluss der klimatischen und Bodenverhältnisse auf die Umbildung der Varietäten gleich Null setzen, wenn dieselben nicht vermochten, während so langer Zeit sich geltend zu machen?

Es ist überflüssig, noch weitere Beispiele von Gegenden anzuführen, die eine gleiche oder eine längere Zeit durch Meere getrennt waren, und die von denselben Varietäten bewohnt werden.

Ich will nur noch zwei Fälle aus den Alpen selbst anführen. Während der Eiszeit standen die durch Thäler und Ebenen getrennten Berge vermittelst der Gletscher in Verbindung, so dass alpine Gewächse von einem auf den andern übersiedeln konnten, was vielen jetzt nicht mehr möglich ist. Die Alpenrose gehört hieher. Sie verbreitet sich äusserst langsam, wie die geographische Vertheilung ihrer beiden einheimischen Arten zeigt, die sich wesentlich nach dem Verlaufe des Eiszeitgletscher richtet. Heer hat hierauf aufmerksam gemacht und das Vorkommen von Rhododendron ferrugineum, das sonst im Allgemeinen den kalkarmen Formationen angehört, auf dem Jura dadurch erklärt, dass dasselbe mit dem Eiszeitgletscher des Rhonethales dahin gebracht worden sei. In gleicher Weise muss ohne Zweifel das Vorkommen dieser Pflanze an dem Comersee und Langensee, ferner an ein Paar Stellen dies-

seits der Alpen gedeutet werden. Die eben genannten Standorte sind weit von den Alpen entfernt und die Verbreitung der Pflanze auf ziemlich grosse Strecken unterbrochen.

Wir können also, um bloss einige extreme Standorte herauszuheben, sagen, die rostblättrige Alpenrose habe seit der Eiszeit hochalpine bis 7000′ und darüber liegende kalkarme und kalkreiche Localitäten, ferner den warmen und trockenen Jura, endlich die oberitalienische Ebene von 700 bis 1300′ bewohnt, ohne eine bemerkbare Verschiedenheit erlangt zu haben.

Aehnlich wie mit der Alpenrose verhält es sich mit Hieracium Pilosella und H. Hoppeanum. Letzteres, das sonst in den Alpen von 4500—7000′ gefunden wird, kommt unterhalb München auf Haiden und in Torfmooren vor. Man könnte vermuthen, dass es von der Isar herabgeschwemmt worden sei, wie diess mit so vielen Alpenpflanzen der Fall ist. Allein diese Annahme ist nicht gerechtfertigt. Heruntergeschwemmte Alpenpflanzen finden sich da und dort im Kies des Flusses, und zwar unter gleichen Verhältnissen um so häufiger, je mehr man sich dem Gebirge nähert; sie verbreiten sich wohl auch an dessen nächste Abhänge. H. Hoppeanum kommt aber sonst im ganzen Isarthal nicht vor; es mangelt in den nächsten Alpen. Sein nächster Standort im Flussgebiet der Isar ist auf einigen Bergen bei Partenkirchen, in einer Entfernung von mehr als 13 geographischen Meilen Flusslänge. Ferner durchströmt der Fluss (die Loisach) auf seinem Wege einen See, wodurch der weitere Transport von Pflanzen und Samen unmöglich wird. Endlich findet sich die Pflanze bei München nicht im Kies der Isar, sondern auf der Haide und im Moor und entfernt sich bis auf mehr als 3 geographische Meilen vom Fluss. Dieses Vorkommen spricht entschieden dafür, dass H. Hoppeanum zur Eiszeit mit den Gletschern heruntergekommen ist und sich seit jener Zeit auf einem

vorgeschobenen und isolirten Posten behauptet hat. Von ebenso langer Dauer muss das Vorkommen der gleichen Pflanze auf verschiedenen räumlich weit von einander getrennten Localitäten der Alpen sein. Trotzdem finden sich in der bayerischen Ebene, auf den bayerischen und den andern Alpen vollkommen die gleichen Formen dieser Pflanze. Bei Hieracium Pilosella gilt das Nämliche für noch viel ungleichere Localitäten.

Hier ist auch einer Theorie von A. de Candolle zu erwähnen. Indem derselbe (Géogr. bot. 1088) annimmt, dass eine lange Einwirkung von äussern Einflüssen die Arten verändern und dauerhafte Varietäten bilden könne, gesteht er jedoch ein, er kenne nur eine einzige Eigenschaft, die sich durch das Klima gebildet habe, nämlich die Eigenschaft dem Frost zu widerstehen. Er führt für seine Ansicht zwei Gründe an. Der eine ist die Angabe von Hooker fil., dass Samen von Pinus und Rhododendron, die in einer bedeutenden Höhe des Himalaya gesammelt wurden, gegen den Frost dauerhaftere Pflanzen liefern, als Samen von geringerer Höhe. Der andere ist die Thatsache, dass die Arten, welche in wärmeren Gegenden, namentlich auf Inseln leben, bei uns die Kälte nicht ertragen, was de Candolle davon herleitet, dass sie während Jahrtausenden der Wärme ausgesetzt gewesen und ihre Natur gleichsam darnach geformt hätten.

Ich war a priori durchaus nicht gegen diese Theorie; ich hielt sie für möglich, selbst für wahrscheinlich. Die thatsächliche Begründung scheint mir aber noch sehr mangelhaft. Da ich die Entscheidung der Frage für wichtig halte, so sei es mir gestattet, einige kritische Anmerkungen zu der Beweisführung zu machen, und dann die Art und Weise darzulegen, wie nach meiner Ansicht das Factum, wenn es sich bestätigen sollte, zu erklären wäre.

Ich setze die vollkommene Richtigkeit des von Hooker

berichteten Verhaltens von Samen aus grösserer und geringerer Höhe voraus. Aber ich frage mich, ob der daraus gezogene Schluss berechtigt sei. 1) Ist der Versuch hinreichend oft wiederholt, dass man ihn für sicher halten kann, und dass man wirklich annehmen darf, der Erfolg rühre nicht von irgend welchen Nebenumständen her, sondern bloss von dem verschiedenen Klima, in welchem die Samen reiften? 2) Wenn diess unzweifelhaft ist, sind die geringen Erhebungen und die Regionen der untern Verbreitungsgrenze ebenso angemessen der Natur der fraglichen Arten, wie höhere Gegenden; oder gedeihen sie in den letztern vielleicht besser und geben desshalb besseren Samen und stärkere Pflanzen?

Beide Einwürfe werden an einem Beispiel klarer hervortreten. Wenn das Klima den von de Candolle vermutheten Einfluss hat, so wird es sich ebenso an den in kalten Gegenden wachsenden Pflanzen bestätigen. Eine Alpenpflanze, die von 3000 bis 9000′ Meereshöhe vorkommt, wird das Klima der Ebene leichter ertragen, wenn die Samen bei 3000′, als wenn sie bei 9000′ gesammelt werden. Denn die bei 3000′ wachsenden Pflanzen haben sich während langer Dauer über ein Clima geformt, welches dem der Ebene nicht sehr ungleich ist. — Ich wünschte darüber Auskunft zu erhalten; aber ich bekam sie nicht. An Theorieen mangelt es zwar nicht, aber an sicheren Thatsachen. In den einen Fällen wurde zwar beobachtet, dass Samen, in geringerer Höhe gesammelt, besser aufgingen und dauerhaftere Pflanzen gaben. In andern Fällen zeigte sich das Umgekehrte; und meistens liess sich eine Verschiedenheit nicht angeben. Offenbar überwiegen hier noch die Zufälligkeiten und Fährlichkeiten, welche mit der Cultur der Alpenpflanzen überhaupt verknüpft sind. Ferner wurden bis jetzt keine vergleichenden Versuche angestellt, welche sich gerade die Lösung des angeregten Problems zum Ziele setzten.

Solche Versuche, die mit gehöriger Umsicht und Kritik ausgeführt würden, könnten allein die Entscheidung geben.

Eine Thatsache scheint mir sicher, nämlich, dass einige sehr tief hinabsteigende Alpenpflanzen in der Cultur nicht gedeihen, namentlich auch nicht zur Blüthenbildung gelangen, wenn sie von den tiefsten Standorten in den Garten gepflanzt werden, während sie von höhern Localitäten gut gedeihen und reichlich blühen. Ich erkläre mir diess folgender Maassen. Eine Pflanzenart befindet sich an den Grenzen ihres Verbreitungsbezirkes unter den ungünstigsten Bedingungen; denn eine geringe Veränderung der äussern Verhältnisse macht ihr Fortkommen unmöglich. Sie gedeiht hier also weniger gut, ist in schwächern, krankhafteren Exemplaren vertreten und giebt dem entsprechend auch weniger guten Samen. Es ist somit begreiflich, dass wenn die schon von Natur schwächlichen Pflanzen von der untern Verbreitungsgrenze einer Alpenart unter noch ungünstigere äussere Einflüsse versetzt werden, sie denselben weniger zu widerstehen vermögen, als kräftigere Pflanzen von einem höhern Standort, der ihrer Natur vollkommen angemessen ist.

Ich habe früher erwähnt, dass Hieracium Pilosella bis über 7000′ hoch steigt und dass das sehr nahe verwandte, sonst den Alpen angehörende H. Hoppeanum bei München vorkommt. Man sollte nun vermuthen, H. Pillosella, von den höchsten Standorten in den Garten verpflanzt, gedeihe schlecht, weil es sich über ein alpines Klima geformt hat, H. Hoppeanum aus den nächsten Umgebungen in Cultur genommen, komme gut fort. Es verhält sich gerade umgekehrt; ein Beweis, dass andere Verhältnisse hier massgebend sind.

Von der merkwürdigen Verbreitung der rostblättrigen Alpenrose wurde ebenfalls schon gesprochen. Für die Cultur dieser schönen Pflanze müsste es, wenn das Klima die

Natur zu ändern vermöchte, von Wichtigkeit sein, ob man Samen und Pflanzen vom Jura, aus den Urgebirgsalpen oder vom Comersee holte. Es wäre selbst zu fürchten, dass die Pflanzen aus der oberitalienischen Ebene unser Klima zu kalt fänden. Der Versuch wäre jedenfalls zu machen; das Ergebniss würde von grosser Wichtigkeit sein [10]).

---

10) Die Schlüsse, welche man aus der Cultur der Alpenpflanzen zieht, modifiziren sich je nach den Ansichten, die man über die Ursachen des Gelingens oder Misslingens hegt. Nach meiner Meinung ist die Temperatur entscheidend. Alpenpflanzen und nordische Pflanzen gedeihen desswegen in unsern Gärten nicht, weil es ihnen zu warm ist. Der Sommer ist zu lang; seine mittlere Temperatur und die Extreme sind zu hoch.

Man hat diese so einfache und einer unbefangenen Vergleichung sich unmittelbar aufdrängende Ansicht durch andere Erklärungen ersetzen wollen, dabei aber meist wichtige thatsächliche Verhältnisse übersehen. Ich spreche hier nur von einer dieser Erklärungsweisen, weil sie in enger Verbindung mit dem im Texte besprochenen Problem steht.

A. de Candolle (Géogr. bot. 325) kommt zu dem Schlusse, dass die Alpenrose auf den höchsten Bergen durch den Mangel an Wärme (nicht durch die Kälte) am Höhersteigen und umgekehrt am Fusse der Alpen durch die Winterkälte und nicht durch die Sommerwärme am Tiefergehen verhindert werde. Uebrigens sollen noch viele andere Alpenpflanzen in der Ebene und am Fusse der Berge durch die Winterfröste leiden. Desswegen müsse man dieselben in den botanischen Gärten im Winter wie Gewächse südlicher Länder bedecken.

Wenn diese Theorie richtig wäre, so müsste die verticale Verbreitung von Rhododendron durch einen breiten Gürtel unterbrochen sein. Die Pflanze würde hinuntergehen bis dahin, wo die mächtige Schneedecke der Höhe aufhört, und ihr keinen Schutz mehr gewährt; sie müsste dann dort wieder beginnen, wo sie auch ohne Schneedecke den milden Winter überdauert. Diess ist nicht der Fall. Rhododendron ferrugineum findet sich in der Nähe der oberitalienischen Seen von 700 bis 1300', und wahrscheinlich höher. Auf der Nordseite der Alpen fängt Rh. hirsutum bei 1300',

Berücksichtigen wir noch die andere von A. de Candolle erwähnte Thatsache, dass Pflanzen, welche Jahr-

---

Rh. ferrugineum bei 1700′ an; von dieser untern Grenze bis zur obern Grenze von 7000′ ist keine Höhe ausgeschlossen.

Wenn die Theorie von A. de Candolle über die Ursache der Verbreitung der Alpenpflanzen richtig wäre, so müssten viele derselben auf den boromäischen Inseln leicht zu ziehen sein und in unsern Gärten müsste die Cultur bei frostfreier Ueberwinterung leicht gelingen, was wohl nicht der Fall ist.

Gegen die Annahme, dass die Alpenpflanzen desswegen in der Ebene nicht fortkommen, weil ihnen die schützende Schneedecke der Alpen mangelt, scheinen mir überhaupt zwei Gründe zu sprechen:

1) Es mangeln in den Alpen die Erscheinungen, welche schädlich wirken sollen, nämlich Schmelzen des Schnees mit abwechselnden Frösten, keineswegs; nur treten sie einige Monate später ein.

2) Viele Alpenpflanzen sind im Winter gar nicht von jener mächtigen Schneedecke, von der man so häufig spricht, geschützt. Es giebt in den Gebirgen an Felswänden und an andern sehr steilen und den Stürmen ausgesetzten Hängen genug mit Pflanzen bewachsene Stellen, wo kein halber Fuss Schnee liegen bleibt. Es giebt selbst viele Pflanzen, welche den ganzen Winter über unbedeckt bleiben. Wer eine ordentliche Kletterpartie gemacht hat, wird genug solcher Standorte gesehen haben; und sie sind oft gerade von den schönsten und kräftigsten Exemplaren bevölkert. Ich sage nicht zu viel, wenn ich behaupte, dass 80 Prozente aller Arten ausnahmsweise solche schneefreie Stellen bewohnen.

Wenn man die Alpenpflanzen in unsern Gärten bedeckt, so geschieht es mehr, weil man sie vor dem Aufthauen schützen will. Die Annahme, dass dieselben von den Winterfrösten leiden, beruht zum Theil auf Irrthum, weil schon im Sommer der Keim des Todes sich entwickelt, der Tod aber erst im nächsten Frühjahr, wo die Pflanze treiben sollte, deutlich wird. Zum Theil ist dieselbe jedoch richtig, aber die Pflanzen leiden bloss desshalb durch die Fröste, weil sie in der ungewöhnlichen Sommertemperatur krank und schwach geworden sind. — Es ist übrigens noch zu bemerken, dass das Herausheben der kleinen Alpenpflanzen durch den Frost, wenn dieselben noch nicht gut bewurzelt sind, eine Erscheinung ist, die auch andere kleine Pflänzchen mit ihnen theilen.

tausende lang ein heisses Klima bewohnt haben, in kältern Ländern zu Grunde gehen. Die Argumentation ist folgende. Eine Art war entweder von Anfang an nur für ein heisses, oder sie war sowohl für ein heisses als für ein kaltes Klima befähigt. In letzterm Falle hat sie durch einen längern Aufenthalt unter den Tropen die Fähigkeit, in gemässigten und kalten Gegenden zu leben, eingebüsst. Wenn wir nun wüssten, ob es wirklich Arten giebt, die zu der zweiten Kategorie gehören oder nicht, so wäre die Frage entschieden. A. de Candolle sagt, Pflanzen, die auf Continenten (z. B. in Mexico oder in Indien) leben, beweisen nichts. Denn denselben stand kein Hinderniss im Wege, sich nach Norden auszubreiten und wenn sie es nicht gethan haben, so müsse angenommen werden, dass eine physiologische Ursache ihnen von Anfang an nicht gestattete, die Kälte zu ertragen. Anders verhalte es sich mit den Pflanzen, die auf den Inseln leben (z. B. auf St. Helena, Madeira); diesen war zu jeder Zeit die Möglichkeit der Wanderung abgeschnitten; sie konnten es nicht mit einem kältern Klima versuchen. Man habe ihnen nun diese Möglichkeit verschafft; man habe sie in unsere Gärten verpflanzt, und es zeige sich, dass sie unsere Kälte nicht ertragen. Also sei ihnen durch einen langen Aufenthalt in einem warmen Klima eine besondere Constitution verliehen worden.

Ich sehe die Nöthigung zu dieser Folgerung nicht ein. Die Frage ist, ob die auf Inseln lebenden Arten von Anfang an ihre jetzige Natur hatten oder nicht. Mit Sicherheit lässt sich diess nicht entscheiden. Aber es ist im höchsten Grade wahrscheinlich, dass die Pflanzen der Inseln sich in dieser Beziehung verhalten wie diejenigen, die in gleichen Breiten auf den Continenten sich befinden. Da nun die letztern, nach der Annahme de Candolle's, von Anfang an nicht für ein kälteres Klima geeignet waren, so müssen

wir das Nämliche für die Inselpflanzen annehmen. Nur wenn ein grosser Theil der tropischen Continentpflanzen mit ihrer Verbreitung bis in die gemässigte Zone reichte, dürften wir mit einiger Berechtigung die Vermuthung hegen, es sei eine analoge Prozentzahl der Inselpflanzen ursprünglich für ein gleiches weites Vorkommen bestimmt gewesen.

Die Erfahrungen vermögen also den Beweis noch nicht zu leisten, dass eine Pflanzenart, die während eines langen Zeitraums einer bestimmten Temperatur ausgesetzt ist, eine dauernde innere Umstimmung erfährt, während sie im Uebrigen die nämliche bleibt. Aber es ist auch das Gegentheil nicht dargethan. Diese Umstimmung, wenn sie wirklich vorkäme, wäre übrigens der Varietätenbildung vollkommen analog; sie könnte wie diese erklärt werden und würde durchaus nicht zu dem Schlusse berechtigen, dass die äussern Einflüsse die bestimmte Wirkung hervorgebracht haben.

Die Umbildung würde nämlich durch natürliche Zuchtwahl erfolgen. Eine Pflanze komme auf zwei klimatisch sehr ungleiche Standorte z. B. in die italienische Ebene und nach Norwegen oder in die Hochalpen. Es finden, wie das überhaupt immer geschieht, von Generation zu Generation geringe Modificationen in der chemischen und physikalischen Beschaffenheit statt. Sind dieselben für die Existenz nicht vortheilhaft, so gehen ihre Träger im Kampfe um das Dasein zu Grunde; sind sie aber nützlicher als die schon vorhandenen chemisch-physikalischen Eigenschaften, so werden sie erhalten, sie haben Gelegenheit, sich weiter auszubilden, und zuletzt werden sie allein in den Individuen repräsentirt sein, weil die Träger der weniger günstigen Eigenschaften verdrängt wurden. Es ist nun denkbar, dass in dem angenommenen Beispiel in Italien einerseits, in Norwegen oder auf den Alpen anderseits ungleiche innere Constitutionen sich als die vortheilhaftesten erwiesen und dass daher sich

zwei verschiedene chemisch-physikalische Varietäten ausbildeten.

Somit wären auch hier die veränderten Eigenschaften der Gewächse nicht als die direkte Folge der äussern Einflüsse anzusehen. Wir könnten nur in sehr uneigentlichem Sinne sagen, die Pflanze habe sich über das Klima geformt. Denn nicht in allen Individuen treten, wie es nach dieser Theorie nothwendig wäre, die Veränderungen ein. Die letztern entstehen aus innern Ursachen, und die äussern Bedingungen entscheiden bloss über die Existenzfähigkeit derselben.

Eine solche Veränderung in der chemisch-physikalischen Constitution, wie sie hier angenommen wurde, kommt nun sicher bei der gewöhnlichen Varietäten- und Racen-Bildung vor, und insofern müsste sie nicht besonders bewiesen werden. Aber bei der letztern gehen mit der innern Umstimmung Abweichungen in der äussern Form Hand in Hand. Die von A. de Candolle beregte Frage sollte daher nach meinem Dafürhalten eigentlich so formulirt werden: Kann eine Pflanze bloss ihre chemisch-physikalische Natur ändern und im Uebrigen dieselbe bleiben, oder bedingt die innere Umstimmung nothwendig auch einen Wechsel im Habitus, so dass nicht bloss physiologisch sondern auch systematisch eine neue Varietät oder Race entsteht?

Diese Frage gewährt das grösste wissenschaftliche Interesse. Sie beschränkt sich nicht bloss auf den Einfluss einer ungleichen Temperatur, sondern betrifft alle klimatischen und Bodenverhältnisse. Hat die rostblättrige Alpenrose, welche seit der Eiszeit auf dem Kalk des Jura, auf dem Granit, Gneis und Schiefer der höchsten Alpen und an den oberitalienischen Seen lebte, innerlich eine verschiedene Constitution angenommen, obgleich sie äusserlich als die gleiche erscheint? Wie verhält es sich mit Hieracium Pilosella und vielen andern Pflanzen, die ein eben so

mannigfaltiges Vorkommen darbieten? Sind Arten, die in den Alpen, in den Pyrenäen, im Caucasus, im hohen Norden in der gleichen systematischen Form auftreten, innerlich gleich oder ungleich? Die Zeit, während welcher sich die innere Verschiedenheit hätte ausbilden können, mangelt bei diesen Beispielen gewiss nicht. Ob dieselbe wirklich vorhanden ist, müsste sich bei passenden Culturversuchen ergeben. Das Resultat lässt sich zwar nicht mit Sicherheit voraussehen, aber nach Allem, was bis jetzt bekannt ist, dürfte es wenig wahrscheinlich sein, dass eine innere Umbildung ohne grössere oder kleinere Abweichungen im äussern Habitus eine constante Race zu bilden vermöge [11]).

---

11) Die vorliegende Frage steht in inniger Beziehung zur Frage über die Acclimatisation. Wenn die äussern Einflüsse eine Umstimmung in der chemisch-physikalischen Beschaffenheit eines Organismus hervorrufen könnten, so hätte die Acclimatisation im gewöhnlichen Sinne eine wissenschaftliche Berechtigung. Es wäre bloss ihre Aufgabe, die Versuche ohne Zuchtwahl während hinreichend langer Zeitdauer fortzusetzen. Wenn aber, wie ich glaube, die äussere Einwirkung für sich direkt nichts vermag, so hängt der Erfolg der Acclimatisation lediglich davon ab, ob sich nützliche Abänderungen bilden, und die Aufgabe besteht darin, fleissig zu züchten und aus der zahlreichen Nachkommenschaft immer wieder nur diejenigen Individuen zur Nachzucht zu verwenden, welche von dem neuen Klima am wenigsten leiden. Diess scheint mir der einzige rationelle und erfolgversprechende Weg zu sein, wenn er auch die Wünsche und Hoffnungen der Acclimatisationsgesellschaften auf ein schnelles Resultat wenig befriedigen dürfte. Es handelt sich also nicht darum, eine Pflanzen- oder Thierform an neue Verhältnisse zu gewöhnen, sondern darum, aus derselben eine für diese neuen Verhältnisse passende neue Varietät oder Race zu erzielen. Dass diess möglich ist, zeigen uns die vielen Sorten der Obstbäume, von denen die einen für südliche, die andern für nördliche Gegenden geeignet sind.

Ich habe in dem Vorstehenden die Thatsachen erörtert, welche uns die Vorkommensverhältnisse in der Natur und die Erfahrungen über die Cultur geben. Die Ergebnisse waren folgende:

1) Die Varietäten sind nicht so über die verschiedenen Standorte vertheilt, dass man jene als das Produkt dieser annehmen dürfte, indem einerseits die gleiche Varietät auf den verschiedensten Localitäten, anderseits auf der gleichen Localität die verschiedensten Varietäten der gleichen Art leben.

2) Bei der Cultur entstehen auf dem gleichen Standorte zwei oder mehrere Racen. Die gleiche Race kann sich auf Standorten von wesentlich verschiedener Beschaffenheit während einer äusserst langen Dauer, selbst während eines geologischen Zeitabschnittes unverändert erhalten; während der gleichen Zeitdauer können zwei Racen der gleichen Art unter ganz gleichen äussern Bedingungen ihre Verschiedenheit bewahren.

3) Die Varietätenbildung wird demnach durch innere Ursachen bedingt. Die äussern Einflüsse bringen nur Modificationen von untergeordneter Bedeutung und ohne Fähigkeit, irgend eine Constanz zu erlangen, hervor, Modificationen die sich vorzüglich durch Grössen- und Zahlenverhältnisse charakterisiren.

Ich will noch kurz ausführen, wie ich mir den Vorgang bei der Varietäten- oder Racenbildung denke. Alle äussern Einflüsse wirken auf die Pflanze ein, jeder verursacht eine seinem Angriff entsprechende grössere oder kleinere Veränderung. Diese Veränderungen treffen zunächst die chemische und physikalische Constitution; wenn sie ein gewisses Maass erreichen, so werden sie auch im Habitus und der äussern Form der Pflanze bemerkbar. Im Allgemeinen können wir zweierlei Veränderungen unterscheiden, solche welche unmittelbar sich als die Folgen der äussern Einwirkungen

kundgeben, und solche, bei denen diess nicht der Fall ist. Die erstern stellen sich immer ein; sie lassen sich zum voraus berechnen; sie sind unfähig, irgend eine Constanz zu erreichen, weil sie zu den äussern Agentien in unmittelbarem causalem Verhältniss stehen; — sie bewirken die Standortsmodificationen. Die letztern sind für unsere Beobachtung und Beurtheilung noch ein Räthsel; sie scheinen zu den äussern Einflüssen ganz ohne Beziehung zu sein; sie treten zunächst als individuelle Erscheinungen auf, erlangen aber unter Umständen eine grössere oder geringere Constanz; — sie führen zur Bildung von Varietäten oder Racen.

Wenn eine Pflanze auf verschiedene Localitäten kommt, so wird sie sogleich von denselben affizirt. Eine grössere Menge von Nährstoffen macht sie grösser und üppiger. Höhere, aber nicht zu hohe Temperatur befördert die Bildung von Zucker, ätherischen Oelen, Bitterstoffen, Alkaloiden. Grössere Lichtmenge bewirkt intensivere Färbung. Feuchtigkeit macht die Gewebe grossmaschiger und weicher. Diese äussern Ursachen können Formen hervorbringen, die einander sehr ungleich sehen; die Lichtform der Hochalpen weicht beträchtlich von der Schattenform der Ebene ab. Die erstere ist klein, unverzweigt, fast stengellos, mit wenigen kleinen ungetheilten, dichtgedrängten Blättern, mit einer oder wenigen Blüthen und mit lebhafter Färbung aller Theile. Die zweite ist gross, verzweigt, mit zahlreichen grossen, getheilten, entfernt stehenden Blättern, mit zahlreichen Blüthen und mit blasser Färbung der Gewebe.

Diese Standortsmodificationen, so unähnlich sie einander sind, stellen doch keine eigentlichen Varietäten oder Racen dar. Denn sie haben keine Constanz. Auf einem andern Standorte gehen sie in die demselben entsprechende Modification über. Die Cultur entscheidet daher immer, ob eine Pflanzenform der einen oder andern Categorie beizuzählen

sei. Zwei Gewächse, die bloss in Standortsmerkmalen von einander differiren, müssen, neben einander in den Garten gepflanzt, vollkommen gleich werden.

Die Lehre von den unmittelbaren Folgen der äussern Einwirkung findet eine allseitige Anwendung in dem Betriebe des Gärtners und des Landwirths. Darauf beruht das Düngen, das Begiessen, das Warm- und Kaltstellen, das Beschatten; und wenn sich auch die Folgen bloss im Allgemeinen voraussagen lassen, so hängt das mit der noch mangelhaften Erfahrung zusammen. Niemand kann daran zweifeln, dass sich einst mit grosser Genauigkeit wird bestimmen lassen, was die äussern Medien, eine gewisse Düngung, eine gewisse Temperatur, eine gewisse Lichtmenge in der oder jener Pflanze unmittelbar bewirkt.

Diese unmittelbaren Veränderungen treten in allen Individuen, welche den nämlichen äussern Einflüssen ausgesetzt sind, ein. Desswegen machen sich die Localitätsmerkmale auf einem gleichförmigen grössern Standorte überall ganz gleichmässig und gleichzeitig bemerkbar. Ausserdem giebt es aber noch gewisse Eigenschaften, welche von Individuum zu Individuum wechseln; die Tochterpflanze ist von der Mutter, die Schwesterpflanze von der Schwester verschieden; die Abweichung ist bald äusserst gering, bald aber auch so beträchtlich, dass sie die Localitätsverschiedenheiten überwiegt. Man kann diese individuelle Veränderung nicht von den äussern Einflüssen herleiten, weil diese ja in dem gegebenen Falle auf alle Pflanzen gleich wirken; sie rührt von innern Ursachen her[12]).

---

12) Wenn ich von innern Ursachen spreche, so verstehe ich darunter die Gesammtheit der Erscheinungen, welche das Individuum ausmacht und mit der es der Aussenwelt gegenübertritt. Darin sind natürlich die Folgen der äussern Einwirkungen, welche es selber früher erlitt, und welche alle seine Vorfahren erlitten, inbegriffen.

Die Verschiedenheiten zwischen den Individuen bestehen, wie die von aussen angeregten Localitätsmodificationen, zunächst in chemischen und physikalischen Veränderungen, vorzüglich aber in Veränderungen der Molecularconstitution [13]). Sie geben sich nachträglich in allen möglichen Abweichungen der innern Structur und der äussern Form, namentlich auch in einem veränderten Habitus kund.

Sie nehmen im Allgemeinen von Generation zu Generation abwechselnd zu und ab; sie schwanken zwischen gewissen Grenzen hin und her. Ausnahmsweise aber geschieht es, dass die individuelle chemisch-physikalische Veränderung sich durch eine Reihe von Generationen steigert; die derselben entsprechenden, der sinnlichen Wahrnehmung zugänglichen, äussern und innern Umbildungen nehmen allmählich oder sprungweise zu und werden constant. Die individuelle Verschiedenheit hat sich zur Varietät entwickelt.

An dieser Varietätenbildung können wir zwei Momente unterscheiden, den Beginn der Bewegung und die Richtung derselben. Beides hängt von innern Ursachen ab. Es ist unzweifelhaft, dass die Neigung zum Variiren bei verschiedenen Arten verschieden, und dass sie bei der gleichen Art im Verlaufe der Zeit bald geringer bald grösser ist. Man könnte vermuthen, dass die Eigenthümlichkeit der äussern Einflüsse, das Gleichbleiben oder der Wechsel derselben daran schuld wären. Diess wird aber desswegen unwahr-

---

Sie haben sich mit seiner Natur assimilirt und bilden einen integrirenden und untrennbaren Theil derselben.

13) Dass es vorzugsweise die moleculare Constitution, also die eigenthümliche Anordnung der Stoffe in ihren kleinsten Theilchen ist, welche die individuelle Veränderung bedingt. geht daraus hervor, dass die letztere sich zur Varietätenbildung steigern kann, ohne dass die mikroskopische oder chemische Analyse noch die geringste Verschiedenheit nachzuweisen im Stande ist.

scheinlich, weil von allen Individuen, die sammt ihren Vorfahren den gleichen äussern Einflüssen und dem gleichen Wechsel derselben ausgesetzt waren, nur einzelne es sind, in denen die Varietätenbildung beginnt. Dass die Richtung der letztern von den äussern Verhältnissen unabhängig ist, habe ich weitläufig nachgewiesen.

Wenn ich sage, dass der Beginn und der Verlauf der Varietätenbildung von innern Ursachen bedingt werde, so will ich natürlich die Mitwirkung der äussern Verhältnisse nicht absolut ausschliessen. Diese müssen immer in gewissem Grade betheiligt sein; allein ihre Betheiligung ist immer nur eine untergeordnete und durchaus nicht massgebende. Vielleicht dass sie den Anstoss zur Bewegung geben, vielleicht auch, wenn diese angefangen hat, den Impuls zu einer Richtungsveränderung. Ein Beispiel wird diess deutlich machen.

Eine Pflanze befindet sich auf einem Boden mit mittlerem Kalk- und Kieselerdegehalt; sie bleibt daselbst unverändert. Auf einen sehr kalkreichen Boden gebracht, beginnt die individuelle Veränderung und Varietätenbildung in zwei einzelnen Individuen, schlägt aber hier ungleiche Richtungen ein und erzeugt zwei ungleiche Formen, während die übrigen Individuen unverändert bleiben. Die reichliche Kalkzufuhr bewirkt zwar unmittelbar die nämlichen Modificationen in allen Pflanzen. Aber nur in einzelnen vermag sie eine merkliche und nachhaltige Störung des complizirten Lebensprozesses hervorzubringen, welche den Anstoss zu einer Reihe von secundären Veränderungen giebt. Diese Störung tritt in einem Individuum früher in dem andern später ein, hier in dem einen dort in einem andern Theil des Organismus, hier in dieser dort in einer andern Weise; sie führt daher in den verschiedenen Pflanzen ungleiche secundäre Veränderungen herbei und erzeugt ungleiche Racen. Alles diess hängt von der individuellen Beschaffenheit

ab. Es ist daher begreiflich, dass in dem angenommenen Falle neben einander gross- und kleinblüthige, früh- und spätreifende, kahle und behaarte Varietäten entstehen. — Wird die Pflanze, statt auf einen kalkreichen, auf einen sehr kieselreichen Boden gebracht, so können da die nämlichen Erscheinungen eintreten; es können selbst die gleichen Racen entstehen. Denn, wie die gleiche äussere Ursache ungleichartige Störungen im Organismus veranlasst, so müssen auch ungleiche Ursachen gleichartige Störungen bewirken können.

Der Organismus ist einer Maschine zu vergleichen, in welcher die Kräfte umgesetzt werden. Die Wirkungsweise hängt von der Art der Umsetzung ab. Das einfachste Beispiel finden wir an dem Hebel oder der Rolle, wo die Richtung einer Kraft beliebig geändert wird. Ein gleiches Gewicht, das an zwei Rollen hängt, bewegt vermittelst dieser eine Masse nach rechts, vermittelst jener nach links, also in entgegengesetzter Richtung. — Ein anderes fast eben so einfaches Beispiel geben uns die Pendeluhren. Die Uhr mit dem gewöhnlichen Pendel geht in der Wärme zu langsam, in der Kälte zu schnell. Die Uhr mit einem Compensationspendel geht immer gleich. Eine Uhr mit übercompensirtem Pendel würde bei hoher Temperatur zu schnell, bei niedriger zu langsam gehen. Die Wärme wirkt immer gleich, sie dehnt die Metallstäbe des Pendels aus; aber es hängt von dessen Einrichtung ab, welcher Ausschlag durch die Ausdehnung oder Zusammenziehung der Metalle gegeben wird. Es kann also in zwei verschiedenen Uhren die nämliche äussere Einwirkung (die gleiche Temperatur) den entgegengesetzten Effekt hervorbringen, und es können zwei entgegengesetzte Einflüsse (Wärme und Kälte) in zwei Uhren den gleichen Erfolg haben.

Wenn diess bei so einfachen Vorrichtungen möglich ist, so begreifen wir, dass es in einer complizirten Maschine wie die Pflanze um so eher der Fall sein muss. Die äussern

Einwirkungen werden hier so vielfach umgesetzt und vermittelt, dass wir keine Beziehung mehr zwischen dem ersten Anstoss und dem endlichen Resultat auffinden. Wie in der einfachen Maschine die Arbeit, welche dieselbe liefert, als das Produkt der bewegenden Kraft und der innern Einrichtung sich darstellt, so ist es auch in der Pflanze; nur erscheinen hier wegen der äusserst complizirten Einrichtung die innern Ursachen gegenüber den äussern weitaus überwiegend und massgebend.

Ob eine individuelle Veränderung in der Cultur zur Race wird, hängt von der Zuchtwahl ab. Damit sie in der freien Natur zur ausgesprochenen und constanten Varietät sich ausbilde, müssen verschiedene Bedingungen erfüllt sein. Einmal wird der Ausschluss der Kreuzung verlangt. Dass im Allgemeinen die individuellen Verschiedenheiten hin- und herschwanken und gewisse Grenzen nicht überschreiten, beruht vorzüglich in dem Umstande, dass die Weiterbildung durch mehrere Generationen immer wieder durch die Befruchtung anderer Individuen gestört wird.

Zur Entstehung einer Varietät in der Natur wird ferner erfordert, dass dieselbe sich hinreichend existenzfähig erweise, um sich in dem Kampfe gegen die schon vorhandenen Varietäten zu behaupten. Es beginnen gewiss eine Menge von neuen Formen in der Natur, aber sie werden sogleich wieder von den bereits bestehenden stärkeren Formen verdrängt.

Der Grund, warum eine Varietät in der Natur dieselbe bleibt, kann also ein dreifacher sein: 1) weil ihr die Neigung zur Variation mangelt, 2) weil zwischen ihren Individuen wenigstens von Zeit zu Zeit Kreuzung stattfindet, 3) weil sie existenzfähiger ist, als die Varietäten, die hin und wieder aus ihrem Schoosse geboren werden. — Wir begreifen, dass die Varietäten in der Natur sehr lange, selbst während der Dauer einer geologischen Periode sich unverändert erhalten, wenn die äussern Verhältnisse keine wesentlichen Modificationen erleiden; dass aber bei Umbildungen der Erdoberfläche und ihrer klimatischen Verhältnisse auch eine reichliche Varietätenbildung eintritt.

Hat die neue Varietät sich durch ungestörte Inzucht ausgebildet und Constanz gewonnen, so hängt ihre Ausbreit-

ung von dem Grade der Existenzfähigkeit gegenüber den andern Formen ab. Erweist sie sich überall als die stärkere, so verdrängt sie die ursprüngliche Varietät auf dem ganzen Verbreitungsbezirk und verursacht deren gänzliches Aufhören. Wenn sie aber nur unter bestimmten Umständen existenzfähiger ist, so bestehen die alte und die neue Varietät ungestört neben einander fort.

Da die Localitäten äusserst manigfaltig combinirt sind, so müssen sich auch die Verhältnisse des gegenseitigen Ausschliessungsvermögens sehr verschieden gestalten. Von zwei Varietäten vermag die eine die andere auf gewissen Standorten ganz, auf andern nur theilweise zu verdrängen; möglicher Weise giebt es einen Standort, wo sie beide von gleicher Stärke sind. Daher finden wir hier die Varietät A allein, dort B allein, an einem dritten Orte A in überwiegender, an einem vierten in geringerer Anzahl, und an einem fünften Beide in gleicher Menge. Wir beobachten ferner, dass in einer Gegend eine bestimmte Localität nur die Form A beherbergt, indem B ausgeschlossen wird; dass dagegen in einer andern Gegend die nämliche Localität nur die Form B trägt, weil hier die stärkere Form A ganz mangelt. Die verschiedenen Erscheinungen des Vorkommens, von denen ich im ersten Theil dieser Mittheilung gesprochen habe und die sich durch einen causalen Zusammenhang der äussern Einflüsse mit der Varietätenbildung nicht erklären liessen, finden somit ihre einfache Lösung in den manigfaltigen Abstufungen der Existenzfähigkeit unter verschiedenen klimatischen und Bodeneinflüssen.

---

19. Ueber die Bedingungen des Vorkommens von Arten und Varietäten innerhalb ihres Verbreitungsbezirkes.

(Vorgetragen den 15. Dezember 1865.)

In meiner Mittheilung vom 18. November habe ich über den Einfluss der äussern Verhältnisse auf die Varietätenbildung gesprochen und dargethan, dass nur die nichtconstanten, uneigentlichen Varietäten als die unmittelbaren Folgen der klimatischen und Bodeneinflüsse zu betrachten sind, dass dagegen die constanten, wirklichen Varietäten (und somit auch die Arten, insofern dieselben weiter ausgebildete Varietäten sind) inneren Ursachen ihren Ursprung verdanken. Es wurden dabei vielfach die Vorkommensverhältnisse auf den verschiedenen Localitäten angeführt, und daraus nachgewiesen, dass die Varietäten nicht die Produkte der Lokalitäten sein können. Damit ist jedoch nicht gesagt, dass zwischen beiden keine Beziehung bestehe, und dass die äussern Verhältnisse nicht sehr wesentlich das Vorkommen der Varietäten und Arten bedingen. Ich erlaube mir über diesen Punkt heute einige Bemerkungen.

Ich will nicht von der Vertheilung der Gewächse auf der ganzen Erdoberfläche sprechen; es besteht kein Zweifel darüber, dass sie hauptsächlich durch die klimatischen Verschiedenheiten bedingt wird. Es handelt sich nur um die Vertheilung derselben in der gleichen Gegend, wo also annähernd identische klimatische Verhältnisse vorausgesetzt werden können. Betrachtet man zwar die zahlreichen und eingehenden Arbeiten, welche sich mit diesem Gegenstande, der sogenannten Bodenfrage beschäftigten, so sollte man glauben, ein weiteres Wort darüber verlieren hiesse Eulen nach Athen tragen. Berücksichtigt man aber, dass alle Bespre-

chungen, statt zu einer Uebereinstimmung, zu immer grössern Widersprüchen geführt haben, so dürfte es sich rechtfertigen, wenn der Versuch gemacht wird, den Weg aus diesen Wiedersprüchen heraus zu finden.

Die Frage, um die sich der bisherige Streit drehte, war die: Ist es die chemische oder physikalische Beschaffenheit des Bodens, welche das Vorkommen der Gewächse bedingt? und man hat uns abwechselnd bewiesen, dass es die erste oder die zweite sein müsse, oder vielmehr, dass es nicht die zweite oder die erste sein könne. Die Gegner der chemischen Bodentheorie führen aus, dass die sogenannten kalksteten Gewächse auch auf kalkarmem und kieselreichem, und dass die sogenannten kieselsteten Gewächse auch auf kalkreichem und kieselarmem Boden gefunden werden. Die Gegner der physikalischen Bodentheorie zeigen dagegen, dass die Trockenheit liebenden Pflanzen auch auf feuchten Localitäten, die Feuchtigkeit liebenden auch auf trockenem Boden wachsen, dass die Pflanzen, welche dem pelischen Boden angehören sollen, auch auf psammischem vorkommen und umgekehrt.

Wenden wir uns zuerst zu der chemischen Frage. Die Pflanze muss die für ihren Lebensprocess nöthigen mineralischen Bestandtheile im Boden finden und zwar in einem Zustande, dass dieselben von ihr aufgenommen werden können. Anstehender Fels und Geröllstücke sind also für die Gewächse bedeutungslos: sie werden es nur, insofern sie verwittern und vorzugsweise, insofern ihre Bestandtheile von der Erdkrumme absorbirt werden. Diese Absorptionsfähigkeit, die von jeder Verbindung eine bestimmte Menge zu binden vermag, ist die für das Gedeihen der Vegetabilien wichtigste Erscheinung. Die in übergrosser Menge in den Gesteinarten enthaltenen chemischen Verbindungen werden, sobald sie die Bodenkrumme gesättigt haben, vom Wasser in den Untergrund oder sonst fortgeführt. Die nur in ge-

ringer Menge vorkommenden Stoffe werden vollständig oder doch zum grössten Theil absorbirt. Die Bodenkrumme kann somit von Stoffen, die nur als Spuren in dem verwitternden Gestein vorkommen, durch Aufspeicherung eine bemerkbare Menge ansammeln und für die Pflanzenwurzeln verwendbar machen. Auch wo eine solche Aufspeicherung nicht oder nur in geringem Maasse eintritt und der Boden z. B. kalkarm oder kieselarm bleibt, vermag die Pflanze, indem sie unaufhörlich die dargebotenen geringen Quantitäten nutzbar macht, eine beträchtliche Menge von Kalk oder Kieselerde aufzunehmen. Es ist daher begreiflich, dass fast ohne Ausnahme jede Pflanze auf jedem Boden die nöthigen Nährstoffe findet, und dass z. B. eine sogenannte Kalkpflanze auf einem kalkarmen Boden gewachsen, zuweilen ebenso viel Kalk enthält, als stammte sie von dem kalkreichsten Standorte [1]).

In Uebereinstimmung hiemit wurde gefunden, dass die meisten bodensteten Pflanzen es in der That nicht sind, wenn man nicht bloss einen Theil, sondern das ganze Verbreitungsareal berücksichtigt; und A. de Candolle (Géogr. bot. 442) neigt entschieden zu der Ansicht, dass es in chemischer Beziehung überhaupt keine Bodenstetigkeit gebe. Andere haben diess noch entschiedener ausgesprochen.

Ein Anhänger der chemischen Theorie würde dagegen

---

1) Hoffmann Beilage zur bot. Zeit. 1865. — In der Regel verhält es sich allerdings anders, und die Pflanze nimmt aus dem reichern Boden auch mehr von einem Stoff auf. Doch berühren diese Verhältnisse nicht unmittelbar die Frage des Vorkommens, welche einfach so lautet: Kann eine Kalkpflanze auf einem kalkarmen Boden, kann eine Schieferpflanze auf einem kalkreichen Boden gedeihen? u. s. w. Es lässt sich noch gar nicht absehen, wie mit dieser Frage die andere: Welchen Einfluss übt der Boden auf den Aschengehalt der Pflanzen? zusammenhängt.

nur mit Unrecht geltend machen wollen, es werden hiebei geologische und chemische Unterlage verwechselt. Diess ist in der That nicht der Fall, wie aus der grossen Verbreitung hervorgeht, welche Kalkpflanzen zuweilen auf Schieferbergen und Schieferpflanzen zuweilen auf Kalkbergen finden. Ueberdem ist für einzelne Fälle die Bodenanalyse gemacht worden (Hoffmann Beilage zur bot. Zeit. 1865), und endlich giebt es noch ein ganz unwiderlegliches Beweismittel. Es ist das Vorkommen von sogenannten schiefersteten oder schieferholden und kalksteten oder kalkholden Pflanzen unmittelbar neben einander, sodass ihre Wurzeln die Nahrung aus derselben Bodenkrumme ziehen.

Aus den oben erwähnten Thatsachen folgt ohne Zweifel, dass die chemische Zusammensetzung des Bodens als solche (für sich allein) nicht das Vorkommen der Gewächse zu erklären vermag; und es ist unbegreiflich, wie gegenüber den so entschiedenen faktischen Verhältnissen jene Behauptung immer noch von Einzelnen festgehalten wird. — Man hat aber mit grossem Unrecht viel mehr daraus gefolgert. Man hat den Schluss gezogen, die chemische Beschaffenheit des Bodens sei für das Vorkommen der Gewächse gleichgültig oder habe wenigstens nur eine äusserst geringe Bedeutung. Ich glaube, dass diejenigen, welche so urtheilten, weder mit Aufmerksamkeit unsere Alpen durchwandert, noch andere der offenkundigsten und allgemeinsten Thatsachen berücksichtigt haben. H. v. Mohl hat bei seinen Untersuchungen über den Einfluss des Bodens (Verm. Schriften 393) mit Recht sich auf die Alpenpflanzen beschränkt. Die Verschiedenheit zwischen der Ebene und den Hochgebirgen ist in der That ganz auffallend, indem hier eine viel grössere Abhängigkeit der Vegetation von der geognostischen Unterlage beobachtet wird, als dort. Die Ursachen dürften hauptsächlich die folgenden sein. In den Alpen ist das Gestein häufig mit

einer äusserst dünnen Humusschicht bedeckt, welche durch Absorption leicht alle Bestandtheile aus demselben aufnimmt und zugleich den Wurzeln gestattet, bis zum Fels vorzudringen. In der Ebene und selbst schon in den untern und mittleren Alpen ist der Fels oder das Geschiebe oft mit einer dicken Humuslage überzogen, welche in ihren obern Schichten nicht alle Stoffe aus dem Gestein anzuziehen vermag und daher z. B. auf einer kalkreichen Unterlage häufig kalkarm ist. In der Ebene ist ferner der Detritus manchmal von sehr verschiedenem Ursprung, daher von unbestimmtem Charakter und auf geringe Entfernungen wechselnd. In den Niederungen endlich, was besonders wichtig ist und bis jetzt fast ganz unberücksichtigt blieb, kommt es häufig vor, dass der Boden zeitweise oder fortwährend von Wasser befeuchtet wird, das einen anderweitigen Ursprung hat, und seine Bestandtheile in der Krumme durch Absorption zurücklässt.

Die Alpen zeigen nun ganz entschieden, dass die chemische Unterlage für die Verbreitung der Gewächse ein wichtiger Factor ist. Ich spreche nicht von der verschiedenen Vegetation der Kalk- und Schieferberge im Allgemeinen. Ein sicheres Resultat können wir bloss da erlangen, wo die Localitäten in allen übrigen Beziehungen einander vollkommen gleich sind, aber in den chemischen Eigenschaften differiren. Diess sind z. B. Kalk- und Schieferhänge von gleicher Neigung und Exposition, die mit einer dünnen Humusschicht von annähernd gleicher physikalischer Beschaffenheit bedeckt sind; das sind ferner nackte Kalk- und Granitfelsen, die neben einander sich befinden; das sind geologisch-verschiedene Sand- oder Schutthalden, die in einem ähnlichen Zustande der Verkleinerung sind und bei gleicher Lage in geringer Entfernung sich befinden oder auch unmittelbar an einander stossen. Man wird kaum solche Localitäten besuchen, ohne Pflanzen zu treffen, deren Verbreitung mit einer bestimmten geognostischen Unterlage

endigt. Wenn wir aber Gewächse beobachten, die in einer Gegend nur den Kalk bewohnen, deren Vorkommen mit dem Aufhören desselben wie abgeschnitten ist, um vielleicht 10 oder 15 Minuten weiter auf einer Kalkinsel wieder zu beginnen, wenn wir sehen, dass dieselben auf den unmittelbar angrenzenden Urgebirgslocalitäten von gleicher physikalischer Beschaffenheit mangeln, während sie auf andern Kalklocalitäten mit sehr ungleichen physikalischen Eigenschaften gut gedeihen, was können wir logischer Weise für einen andern Schluss daraus ziehen, als dass unter Umständen eine grössere Menge von kohlensaurem Kalk für dieselben nicht gleichgültig ist. Der Einwurf, dass die nämlichen Pflanzen anderwärts auf kalkarmem Boden wachsen, hat mit Rücksicht auf die vorliegende Frage gar keine Beweiskraft; er zeigt uns bloss, dass der Schluss nur für bestimmte Verhältnisse gilt.

Ich habe bis jetzt nur von einem einzigen chemischen Gegensatz der Localitäten gesprochen, da die grösste und augenfälligste Differenz im Boden durch den Reichthum oder die Armuth von Kalk hervorgebracht wird. So sehen wir, dass in gewissen Gegenden und unter gewissen Umständen Rhododendron hirsutum, Achillea atrata, Gnaphalium Leontopodium, Saussurea discolor, Hieracium villosum, H. glaucum, H. glabratum, Erigeron alpinus, Androsace lactea und viele andere bloss auf kalkreichem, dagegen Rhododendron ferrugineum, Achillea moschata, Saussurea alpina, Hieracium glanduliferum, H. alpinum, H. albidum, Erigeron uniflorus, Eritrichium nanum, Androsace carnea nebst vielen andern bloss auf kalkarmem Boden wachsen. Es ist möglich und auch sehr wahrscheinlich, dass nicht bloss der Gegensatz von kalkreichem und kalkarmem Boden, sondern auch andere chemische Gegensätze unter bestimmten Verhältnissen einen ähnlichen Ausschluss von gewissen Pflanzen bedingen.

Eine andere Thatsache von gleicher wo nicht noch stärkerer Beweiskraft bieten uns die Torfmoore. Bekanntlich unterscheidet man im Allgemeinen Hochmoore und Wiesenmoore. Nach Sendtner's Angabe ist das Wasser der ersteren kalkarm, das der letztern kalkreich. Die Analysen beider, die er anführt, unterscheiden sich zwar nicht; aber er giebt an, dass das Wasser des Hochmoors an einem ungehörigen Ort aufgefangen wurde. Wie dem auch sein mag, so ist, worauf es gerade ankommt, der Aschengehalt der beiden Torfarten verschieden, indem die Hochmoore verhältnissmässig wenig, die Wiesenmoore viel Kalk führen. Damit stimmt überein, dass jene eine Thon-, diese eine Kalkunterlage haben. An einen physikalischen Unterschied ist dagegen nicht zu denken, namentlich für solche Gewächse, deren Wurzeln in beständig nassem Boden sich befinden. Die Hochmoore tragen aber eine andere Vegetation als die Wiesenmoore.

Eine dritte Thatsache von unwiderstehlicher Beweiskraft geben uns diejenigen Wassergewächse, welche nicht im Boden wurzeln, also vorzugsweise die Zellencryptogamen. Bekannt ist der Unterschied in der Vegetation der Nordsee, der Ostsee, der Brackwasser und der süssen Wasser, und ebenso unzweifelhaft ist, dass unter den süssen Wassern die harten und weichen rücksichtlich der Moos- und Algenvegetation einige bemerkenswerthe Verschiedenheiten zeigen.

Aus diesen Thatsachen ziehe ich den Schluss, dass die chemische Beschaffenheit der Unterlage, wenn sie auch das Vorkommen der Gewächse für sich allein meist nicht zu erklären vermag, doch dabei als ein mitwirkender Factor von grösserer oder geringerer Wichtigkeit immer zu berücksichtigen ist. In manchen Fällen, wo alle übrigen Verhältnisse ganz gleich sind, vermag sie selbst über das Vor-

kommen oder Nichtvorkommen von gewissen Pflanzen in gewissen Gegenden allein zu entscheiden.

Ich bin auf die chemische Bodenfrage etwas näher eingetreten, weil die Pflanzengeographen jetzt die Bedeutung der chemischen Differenz nach dem Vorgange von A. de Candolle bestreiten. Ueber die physikalische Frage kann ich kurz hinweggehen. Niemand hat die Bedeutung der physikalischen Bodenbeschaffenheit geläugnet, obgleich man dieselbe sehr ungleich taxirte. Von der einen Seite (z. B. von Sendtner) wurde ihr offenbar eine zu geringe Bedeutung beigelegt. Von der andern Seite (Thurmann, A. de Candolle, Hoffmann) wurde sie sichtlich überschätzt. Wenn es unmöglich ist, das Vorkommen der Gewächse aus chemischen Ursachen allein zu erklären, so ist es gewiss noch weniger möglich, es aus der physikalischen Beschaffenheit allein zu begreifen. Wenn auf einem Gebirgsstock Achillea atrata bloss den Kalk, Achillea moschata bloss den Glimmerschiefer und Gneis bewohnt, so können wir diess aus der chemischen Verschiedenheit erklären. Wir können es aber nicht durch die physikalische Beschaffenheit; denn wir finden, dass daselbst einerseits A. atrata, anderseits A. moschata sehr verschiedenartige Standorte bewohnen. Jede kommt auf feuchtern und auf sehr trockenen Stellen, jede auf dem Humus der Waiden, im Sand der Bäche und an Felsen vor. So liesse sich eine grosse Zahl von Arten anführen, die in beschränkteren oder weiteren Gebieten sich streng an die chemische Beschaffenheit des Bodens halten und gegen die physikalische sich sehr indifferent zeigen.

Damit will ich natürlich nicht die Bedeutung der physikalischen Verhältnisse bestreiten. Es ist sicher, dass es für jede Pflanze z. B. gewisse Grade der Feuchtigkeit und der Trockenheit des Bodens giebt, welche die absoluten Grenzen für ihr Fortkommen darstellen. Aber damit ist

nicht gesagt, dass die Pflanze überall da gedeihen könne, wo die Bodenfeuchtigkeit sich innerhalb dieser Grenzen bewegt. Denn dieselben gelten nur für die günstigsten Verhältnisse; je ungünstiger diese sind, desto enger rücken jene Grenzen zusammen. Die aufmerksame Beachtung des Vorkommens der ersten besten Pflanze wird von der Richtigkeit dieser Behauptung überzeugen.

Nach meiner Ansicht besteht eine vollkommene Analogie zwischen chemischer und physikalischer Beschaffenheit des Bodens. Wie es für jede Pflanzenart eine zweckmässigste Mischung der Mineralstoffe giebt, so giebt es auch für jede, um mich bloss an einen Punkt zu halten, eine beste Art der Wasservertheilung im Boden. Es hängt nun mit Rücksicht auf den ersten Punkt von allen übrigen Bedingungen ab, wie weit sich der Boden von der zweckmässigsten Mischung entfernen kann, bis das Gedeihen einer Pflanze unmöglich wird; desswegen sehen wir die nämliche Art auf dem einen Gebirgsstock kalkstet, auf dem andern bodenvag. Eben so hängt es mit Rücksicht auf den zweiten Punkt von allen übrigen Bedingungen ab, wie weit die Erdkrumme von der besten Art der Wasservertheilung abweichen kann, bis eine Pflanze daselbst nicht mehr zu wachsen vermag. Daher finden wir, dass die nämliche Art in physikalischer Beziehung hier bodenstet, dort bodenvag ist.

Es dürfte vielleicht auffallend erscheinen, warum die physikalische Theorie gegenüber der chemischen nach und nach immer mehr Boden gewonnen hat. Der Grund scheint mir sehr einfach. Die chemische Frage hielt sich gleich anfangs an den Unterschied von kalkarmen und kalkreichen Gesteinen. Der Uebergang von den einen in die andern ist meist so plötzlich und die geologische Formation oft auf grosse Strecken so constant, dass die Kritik ein leichtes Feld hatte. Bei der physikalischen Beschaffenheit handelt es sich immer um ein Mehr oder Weniger und es findet

ein Wechsel auf kurze Strecken statt; ferner bewegen sich die Behauptungen in einer gewissen Unbestimmtheit, so dass die Kritik nirgends eine feste Handhabe zur Widerlegung findet. Es ist nichts schwieriger, als eine vage Vorstellung zu berichtigen. Mit dem Tage, wo die physikalische Theorie ihren Sätzen eine ebenso bestimmte und fassbare Form giebt, wie es die chemische Theorie that, hat sie gleich dieser ihre Herrschaft in der Allgemeinheit und Ausschliesslichkeit, wie sie dieselbe jetzt noch behauptet, vernichtet.

Wir müssen daher sagen, dass wir das Vorkommen der Gewächse eben so wenig allein aus den physikalischen Differenzen der Standorte begreifen können als aus den chemischen. Es fragt sich, ob beide vereint die Aufgaben zu lösen vermögen. Ich muss auch diess bestreiten. Denn wir beobachten, um mich an das nämliche Beispiel zu halten, auf einem Gebirgsstock, der aus Kalk und Urgebirge besteht, Achillea moschata auf mehreren physikalisch verschiedenen Standorten des Urgebirgs, nicht aber des Kalkes, A. atrata dagegen auf eben so vielen ähnlichen Standorten des Kalks, nicht aber des Urgebirgs; es bewohnt ferner auf einem zweiten Gebirgsstocke A. moschata die gleichen Localitäten auf Kalk, und auf einem dritten Gebirgsstocke A. atrata die gleichen Localitäten auf Schiefer. Nehmen wir statt dieser bestimmten Beobachtung einen allgemeinen Fall, der sich auf viele Beispiele anwenden lässt. Am ersten Orte (I) wächst die Pflanze A unter anderm auch auf Urgebirge (I U); am zweiten Orte kommt B unter anderm auch auf Kalk vor (II K); am dritten Orte bewohnt A ausschliesslich den Kalk (III K) und zwar physikalisch gleiche Localitäten wie II K, B dagegen ausschliesslich das Urgebirge (III U) und zwar physikalisch gleiche Standorte wie I U. Die identischen Standorte I U und III U werden hier von der Pflanze A, dort von B, die identischen Standorte II K und III K hier von A, dort von B bevölkert. Zur Erklärung dieser Wider-

sprüche reichen offenbar die combinirten chemischen und physikalischen Eigenschaften des Bodens nicht aus. Wir müssen also kurzweg sagen, dass die Bodenfrage allein noch nichts entscheidet.

Es sind noch zwei Momente, welche bis jetzt in der Diskussion nicht die hinreichende Berücksichtigung erfahren haben, die auf die Vertheilung der Gewächse einen grossen Einfluss ausüben. Das eine liegt in den mitbewerbenden Pflanzen, welche die gleiche Gegend bewohnen und einander den Raum streitig machen. Das andere besteht in dem Wanderungsstadium, in dem sich eine Art oder Race befindet. Das erste erklärt uns, warum eine Pflanze von einem gewissen Standorte mit bestimmten physikalischen und chemischen Eigenschaften, welche ihr einige Stunden weiter das Wachsthum gestatten, ausgeschlossen bleibt, obgleich ihre Samen fortwährend dahin getragen werden. Das zweite zeigt uns, warum eine Pflanze auf einem Standorte, der mit einer bestimmten physikalischen und chemischen Eigenschaft begabt und mit einer bestimmten Vegetation bedeckt ist, nicht getroffen wird, obgleich diese Verhältnisse die günstigsten sind, die man sich denken kann.

Was den ersten Punkt betrifft, so wurde zwar schon lange von den Pflanzengeographen gezeigt, dass das Vorkommen oder Nichtvorkommen der Gewächse an bestimmten Orten wesentlich mitbedingt wird durch den Kampf, den alle Pflanzen gegen einander führen, und dass es schliesslich nur darauf ankommt, ob eine die andern zu verdrängen, oder den Angriffen derjenigen, die sie verdrängen wollen, zu widerstehen vermag. Ebenso hat Darwin von dem Kampfe um das Dasein das Bestehen oder den Untergang der beginnenden Racen abgeleitet. Aber zur Erklärung der eigenthümlichen Vertheilung der Pflanzenarten wurde das Princip bisher nicht angewendet.

Der Vernichtungskrieg ist selbstverständlich am heftigsten

zwischen den Arten und Racen nächster Verwandtschaft, weil dieselben auf die gleichen Existenzbedingungen angewiesen sind. Achillea moschata verdrängt A. atrata oder wird von ihr verdrängt; man findet sie selten neben einander. Dagegen wächst die eine und die andere mit A. Millefolium zusammen. Offenbar machen A. moschata und atrata, wie sie einander auch äusserlich höchst ähnlich sind, analoge Ansprüche an die Aussenwelt. A. Millefolium dagegen, welche beiden ferner steht, concurrirt nicht eigentlich mit ihnen, weil sie auf andere Existenzbedingungen angewiesen ist. Noch weniger concurriren die Pflanzen anderer Gattungen und Ordnungen.

Wir machen daher die Beobachtung, dass die nächstverwandten Arten oder die Racen einer Art sich am leichtesten ausschliessen, und diess ist oft der Grund, warum eine Pflanze ausser den ihr am meisten zusagenden Localitäten hier auch gewisse andere Standorte bewohnt, weil sie allein ist, dort die gleichen Standorte nicht zu bewohnen vermag, weil dieselben mit der concurrirenden verwandten Form bevölkert sind. Diess ist häufig auf Localitäten von ungleicher chemischer Beschaffenheit der Fall.

Ich habe schon wiederholt von den Achillea-Arten gesprochen, und will mich, der Einfachheit halber, wieder an dieses Beispiel halten. Im Bernina-Heuthal (im Oberengadin) kommen A. moschata, A. atrata und A. Millefolium in Menge vor; A. moschata und A. Millefolium auf Schiefer, A. atrata und A. Millefolium auf Kalk. Wo der Schiefer mit Kalk wechselt, da hört auch immer A. moschata auf und A. atrata beginnt. Es sind also hier die beiden Arten streng bodenstet; und so habe ich es an verschiedenen Orten in Bündten beobachtet, wo sie beide vorkommen. Mangelt aber eine Art, so ist die andere bodenvag. A. atrata bewohnt dann ohne Unterschied Kalk und Schiefer; und ebenso findet man A. moschata, ob-

gleich dieselbe, wie es scheint, nicht so leicht auf den Kalk, wie jene auf den Schiefer geht, doch neben dem Urgebirge auch auf ausgesprochener Kalkformation mit der dieser eigenthümlichen Vegetation. Im Bernina-Heuthal traf ich mitten auf dem Schiefer, der mit A. moschata bevölkert war, einen grossen herabgestürzten Kalkblock, kaum mit zolldicker Bodenkrumme bedeckt. Auf demselben hatte sich eine Kolonie von A. moschata angesiedelt, weil hier die Concurrenz der A. atrata ausgeschlossen war.

Ein ähnliches Ausschliessungsverhältniss wird in gewissen Gegenden zwischen Rhododendron hirsutum und Rh. ferugineum, Saussurea alpina und S. discolor, ferner zwischen Arten der Gattungen Gentiana, Veronica, Erigeron, Hieracium u. a. beobachtet. Diese Thatsache, die oft sehr charakteristisch in die Erscheinung tritt, hat zum Theil Veranlassung zur Annahme der sogenannten Parallelformen gegeben. Aber die Theorie, die man mit denselben verbunden hat, war entschieden unrichtig. Ich werde am Schlusse noch einmal hierauf zurückkommen.

Doch bin ich durchaus nicht der Ansicht, dass nur Pflanzen von nächster Verwandtschaft einander verdrängen. Ich habe dieses Factum nur vorangestellt, weil es sich theoretisch am natürlichsten erklärt, und weil es der Beobachtung am meisten auffällt. Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass auch Pflanzen, die systematisch weit von einander entfernt sind, sich rücksichtlich der äussern Verhältnisse, von denen ihre Existenz abhängt, analog verhalten und daher einen hartnäckigen Kampf auf Leben und Tod bestehen. Es kann eine einzige Pflanze, es kann auch ein Verein von mehreren Gewächsen sein, welche eine bestimmte Art auszuschliessen vermögen.

Noch muss ich eine Bemerkung über das Verdrängtwerden von Pflanzenformen beifügen. Offenbar finden sich manche Botaniker mit dem neuen Begriff des Kampfes um

das Dasein nicht zurecht, wie das Bestreiten desselben und bestimmte Einwürfe dagegen beweisen. Ich will den Einwurf, der am plausibelsten erscheint, näher beleuchten. Wenn zwei Formen A und B sich ausschliessen, so dass die eine auf dem einen, die andere auf dem andern Standorte allein vorkommt, wie ich es für die beiden Achillea-Arten gezeigt habe, so wird etwa eingewendet, wie denn von einem Kampfe um das Dasein die Rede sein könne, so lange noch auf dem einen und andern Standorte viel überflüssiger Raum für die mangelnde Art vorhanden sei. Offenbar stellt man sich den Kampf um das Dasein, in welchem sich die Pflanzen verdrängen sollen, wie ein Geraufe dar, wo der Verdrängte immer noch neben dem Platz, von dem er weggeschoben wurde, sich behauptet. So naiv ist es nicht gemeint.

Um ein Beispiel zu erörtern, will ich mich wieder an die beiden Achilleen halten. Auf einem Schieferabhang steht eine Million von Stöcken der Achillea moschata. Sie nimmt selbstverständlich nicht allen Raum ein; denn es hätten hundert Millionen und mehr daselbst Platz. Der übrige Raum wird von andern Gewächsen occupirt. Es ist dies ein Gleichgewichtszustand, der sich mit Rücksicht auf die Bodenbeschaffenheit und die vorausgehenden klimatischen Einflüsse gebildet hat. Die Zahl von einer Million giebt uns also das Verhältniss, in welchem sich Achillea moschata gegenüber der andern Vegetation zu behaupten vermag; und es ist ein ganz ungereimter Einwurf, wenn man sagt, es wäre ja noch viel Raum für A. atrata da. Wenn derselbe den Achilleen überhaupt zugänglich wäre, so würde er von der vorhandenen und jedenfalls bevorzugten A. moschata eingenommen.

Denken wir uns nun den Fall, es befänden sich einmal auf dem genannten Schieferhang, vielleicht in Folge künstlicher Anpflanzung, Achillea moschata und A. atrata

gemengt, jede in der halben Individuenzahl, nämlich von 500,000. Von den beiden Arten gedeiht A. moschata hier als auf der kalkarmen Unterlage besser als A. atrata; letztere ist schwächlicher, ihre Gewebe sind weniger ausgereift; sie vermag in Folge dessen den äussern schädlichen Einflüssen weniger zu widerstehen, wie den Sommerfrösten oder langandauerndem Regenwetter oder anhaltender Trockenheit u. s. w. Nehmen wir beispielsweise an, es trete alle 20 bis 50 Jahre ein heftiger Frost zur Blüthezeit ein, welcher die Hälfte der Pflanzen von A. atrata tödtet, während demselben die stärkere A. moschata widersteht. Die Lücken werden durch Besamung wieder ausgefüllt; es gehen aber mehr A. moschata auf als A. atrata, schon desswegen, weil jene nach dem Frost in der Zahl von 500,000, diese bloss von 250,000 Individuen vorhanden ist. Es sind also in der Folge unter der Million Achilleen, die an dem ganzen Hange vorkommen, A. moschata vielleicht mit 670,000, A. atrata mit 330,000 Individuen vertreten. Nach einem zweiten Froste, welcher wieder die Hälfte von A. atrata vernichtet, kommen schon nahezu 800,000 Exemplare von A. moschata auf 200,000 von A. atrata. So nimmt mit jedem aussergewöhnlichen Sommerfroste die Zahl der letztern ab, bis sie endlich ganz von dem Standorte verschwunden ist, auf welchem eine verwandte stärkere Art auf ihre Unkosten sich ausgebreitet hat.

Statt des Frostes kann irgend eine andere schädliche Ursache wirken; sie wird immer die schwächere Art schwerer treffen, als die stärkere und jene zuletzt zum Aussterben bringen. Wenn auch die beiden Pflanzen bloss durch ungleiche Fruchtbarkeit verschieden sind, so muss der Erfolg der nämliche bleiben. Auf einer Localität, die eine Million von Pflanzenstöcken trägt, geht jährlich eine grössere oder kleinere Zahl der ältesten und gebrechlichsten zu Grunde. Wenn nun von den zwei genannten Pflanzen auf der be-

stimmten Localität A. atrata bloss weniger fruchtbar ist als A. moschata, so wird der jährliche Verlust, den beide erleiden, nicht gleichmässig, sondern jedesmal durch eine grössere Zahl von A. moschata ersetzt. Es muss also die Gesammtmenge der Stöcke von A. atrata von Jahr zu Jahr, wenn auch nur um wenig, abnehmen und zuletzt (vielleicht erst nach vielen Jahrhunderten) Null werden.

Was mit Achillea atrata auf kalkarmem Boden, muss mit A. moschata auf kalkreichem Boden geschehen, wo diese Art als die schwächere sich erweist. In Concurrenz mit A. atrata unterliegt sie und verschwindet.

Daher beobachten wir, wo Kalk und Schiefer an eineinander stossen, eine scharfe Grenze zwischen der Verbreitung der beiden Pflanzen. Man wird vielleicht noch einwenden, dass fortwährend Samen von der einen Art auf den Standort der andern fallen und daselbst aufgehen müssen; und dass desswegen eine neue Vermengung, die sich jährlich wiederhole, unausweichlich sei. Diess ist aber unmöglich, da die beiden Standorte mit den entsprechenden Achillea-Arten und mit vielen andern Pflanzen vollständig besetzt sind. Wenn z. B. auf dem Schiefer eine Million von Stöcken der A. moschata stehen, so werden davon jährlich im Durchschnitt wohl nicht unter 10 Millionen Samen ausgestreut, von denen vielleicht nicht der 1000ste Theil keimt. Wenn nun von Achillea moschata auf ihrem eigenen Standorte $9^{99}/_{100}$ Millionen Samen jährlich zu Grunde gehen, so werden wir uns nicht verwundern, dass die 100,000 Samen der fremden A. atrata ebenfalls zu Grunde gehen. Ausnahmsweise kann einmal ein fremder Same keimen, und ausnahmsweise finden wir auch einen oder wenige Stöcke von A. moschata auf dem Standorte von A. atrata und umgekehrt. Aber diese Ausnahmen sind äusserst selten.

So kommt es, dass in Gegenden wo Achillea atrata

und A. moschata wachsen, die eine das kalkarme Urgebirge, die andere den Kalk bewohnt. Wenn aber das Gestein in chemischer Beziehung eine Mittelstufe zwischen beiden darstellt, wenn es z. B. ein kalkreicher Schiefer ist, wie er in Bündten vorkommt, so können beide Arten sich neben einander behaupten, weil sie hier von gleicher Stärke sind. Anderseits finden wir, wie schon erwähnt, A. moschata, wenn sie allein in einer Gegend vorkommt, auch auf dem Kalk, und A. atrata besiedelt, wenn die Mitbewerberin mangelt, das kalkarme Urgebirge. Die beiden Arten können in diesem Falle, obgleich die äussern Verhältnisse ihnen weniger zuträglich sind, nicht verschwinden, weil sie ohne Concurrenz sind. Es sei z. B. A. atrata allein über einen (ihr weniger zusagenden) Schieferhang verbreitet, und es trete, wie ich früher angenommen habe, alle 20—50 Jahre ein ausserordentlicher Frost ein, welcher die Hälfte der Individuen tödtet. Der Verlust muss durch Besamung von der andern Hälfte nach und nach wieder ersetzt werden. Es kann daher die Individuenzahl nicht für die Dauer abnehmen. A. atrata allein auf einem kalkarmen Standorte verhält sich wie jede andere Pflanze; sie erlangt eine gewisse Individuenzahl, welche ab- und zunimmt, aber trotz der Schwankungen immer wieder sich einer mittleren Zahl nähert.

Man könnte aus der eben gemachten Deduction vielleicht den Schluss ziehen wollen, dass ein solches Resultat immer eintreten und von zwei Pflanzen die eine verdrängt werden müsse, weil beide kaum je von ganz gleicher Stärke seien. Diess wäre jedoch unrichtig; denn es gilt nur für Pflanzen von möglichst gleichen Existenzbedingungen. Wir können uns einen anderen Fall denken, wo die beiden Arten durch ganz ungleiche äussere Einflüsse (z. B. die eine durch Frühlingsfröste, die andere durch trockene Hitze) leiden, so dass bald die Individuenzahl der einen, bald die der andern

sich vermindert, wo ferner die Samenbildung und das Keimen der Samen durch ungleiche äussere Einwirkungen gefördert wird, so dass bald die eine, bald die andere sich besonders vermehrt und die leergewordenen Stellen ausfüllt. Hier muss das numerische Verhältniss der beiden Arten ein schwankendes sein; aber keine vermag die andere zu verdrängen. Je nach Umständen sind sie einander im Mittel an Individuenzahl gleich, oder wenn die Gesammtwirkung der äussern Umstände günstiger für die eine ausfällt, so erlangt sie ein entsprechendes Uebergewicht.

Ich habe das Ausschliessungsvermögen zweier oder mehrerer Pflanzen bis jetzt bloss für eine bestimmte chemische Constitution des Bodens nachgewiesen. Das Nämliche gilt von der physikalischen Beschaffenheit. Es ist möglich, dass eine Pflanze unter gewissen Umständen sich auf einem Boden von bestimmtem Feuchtigkeitsgehalt behauptet, unter andern Umständen nicht. Diess ist mit Primula officinalis und P. elatior der Fall. Wenn beide zusammen vorkommen, so schliessen sie sich zuweilen sehr genau von einander ab, indem P. officinalis die trockenern, P. elatior die feuchtern Stellen bewohnt. Jede ist auf ihrem Standorte die stärkere und vermag die andere zu verdrängen. Ist aber nur eine Art vorhanden, so zeigt sie sich nicht so wählerisch. P. officinalis vermag für sich feuchtere, P. elatior für sich allein trockenere Localitäten zu bewohnen, als wenn sie in Gesellschaft sind.

In ganz gleicher Weise schliessen sich verschiedene andere Pflanzen aus, z. B. Prunnella vulgaris und P. grandiflora. Ist nur eine dieser beiden Arten anwesend, so bewohnt sie feuchtere und trockenere, mehr oder weniger fruchtbare Stellen. Kommen beide zusammen vor, so nimmt P. grandiflora die trockenern, P. vulgaris die feuchtern, oder jene nimmt auch die fettern, diese die magern Stellen in Anspruch. Wenn eine Waide stellenweise von Wasser

schwach berieselt ist, so trifft man sicher auf den berieselten Stellen P. vulgaris, auf den unbewässerten P. grandiflora. Ich habe einige trockene Waiden beobachtet, wo neben P. grandiflora strichweise P. vulgaris vorkam; die genauere Beobachtung ergab, dass diese Striche zeitweise von Wasser überrieselt werden.

Die Rhinanthus-Arten zeigen ein ähnliches Verhalten. Findet sich nur eine derselben in einer Gegend, so geht sie auf verschiedene Standorte. Treten zwei oder drei Arten zusammen auf, so schliessen sie sich meist ziemlich strenge aus. Rhinanthus Alectorolophus bewohnt auf der Münchner Hochebene Brachfelder und fettere Stellen auf Waiden, Rh. minor die angrenzenden magern Waiden. Ist der letztere allein, so kommt er auch auf Brachfeldern und fetten Waiden vor. Auf den Alpenwaiden scheiden sich in gleicher Weise Rh. Alectorolophus und Rh. alpinus aus. Man trifft auch neben einander Rh. minor auf Waiden, Rh. alpinus im Geröll, Rh. Alectorolophus im Gebüsch. Im Walde können alle drei Arten mit einander wechseln; Rh. alpinus bewohnt dann die lichten, steinigen und zugleich trockenen Stellen, Rh. minor die mehr feuchten und schattigen, magern Stellen, und Rh. Alectorolophus steht überall, wo sich eine üppige Vegetation befindet. Im Oberengadin, wo diese Pflanzen in Menge vorkommen, fand ich sie meist strenge geschieden. Ausnahmsweise waren zwei Arten auf der Uebergangslocalität unter einander gemengt.

Hieracium Pilosella und H. Hoppeanum kommen zuweilen durcheinander vor. Häufiger schliessen sie sich mehr oder weniger genau aus. H. Pilosella bedeckt dann die magern Waiden und die sandigen oder felsigen rasenlosen Stellen, während H. Hoppeanum fette Localitäten mit hohem Rasen vorzieht. Ist nur eine Form da, so be-

siedelt sie auch die Standorte, von denen sie anderswo durch die Mitbewerberin verdrängt wird.

Die physikalische Beschaffenheit des Bodens ist also ebenso sehr geeignet, eine gegenseitige Ausschliessung der Varietäten und Arten zu veranlassen wie die chemische. Nur ist es viel schwieriger, hier die mitwirkenden Umstände anzugeben.

Ein anderes Moment, welches auf das Vorkommen der Pflanzen Einfluss hat, ist das Wanderungsstadium, in welchem sie sich befinden. Man nimmt gewöhnlich an, dass die Arten und Racen von einer oder einigen beschränkten Stellen ausgegangen seien und sich nach und nach weiter ausgebreitet haben. Es ist dies ohne Zweifel wahrscheinlich, aber beweisen lässt es sich nicht. Dagegen ist sicher, dass die Erdoberfläche seit der Tertiärzeit verschiedene Umgestaltungen erfahren hat, welche eine Aenderung der klimatischen Verhältnisse und in Folge davon eine Hin- und Herwanderung der Gewächse nach sich zogen. Diese Wanderung dürfte für die Mehrzahl der Arten, namentlich für die mit leicht transportabeln Samen im Grossen und Ganzen längst aufgehört haben; für andere, die sich sehr langsam verbreiten, dauert sie möglicherweise noch fort. Das Vorkommen einer Pflanze an einem bestimmten Orte wird also nicht bloss dadurch bestimmt, ob sie hier die nöthigen äussern Bedingungen finde und sich gegen alle Mitbewerber zu behaupten im Stande sei, sondern vor Allem aus dadurch, ob sie überhaupt dahin gelangt sei. Wenn wir in einer Gegend eine Art, die wir daselbst vermuthen, nicht finden, so ist es einerseits möglich, dass sie durch irgend einen hemmenden Einfluss ausgeschlossen wird, andererseits, dass sie auf ihrer Wanderung die Gegend nicht erreicht hat, was aber durch irgend einen Zufall heute oder morgen geschehen könnte, oder auch, dass sie einmal

da war, aus irgend einer Ursache ausgieng und nicht wieder hingelangte.

Dieser Grund des Nichtvorkommens einer Pflanze, weil sie nämlich auf ihrer Wanderung den bestimmten Ort nicht oder nicht wieder erreicht hat, scheint viel häufiger vorhanden zu sein, als man vielleicht annimmt. Er erklärt uns, warum gewisse Arten in ganzen Gegenden, oder in einzelnen Thälern und auf einzelnen Gebirgsstöcken mangeln, während alle Bedingungen für ihr Gedeihen gegeben scheinen. Das Studium dieser Verhältnisse würde ohne Zweifel zu interessanten Resultaten führen. Dafür müsste man aber den Verbreitungsbezirk der zu erforschenden Art oder Race in seinem äussern Umriss und in seiner innern Configuration viel genauer kennen, als es jetzt der Fall ist. Der genannte Umstand giebt uns für manche auffallende Thatsache eine überzeugende Erklärung. Warum wächst Achillea atrata hier auf Urgebirge, obgleich sie in einer andern Gegend kalkstet ist? Warum wächst die sonst urgebirgstete A. moschata dort auf Schiefer? Beides, weil die verdrängende verwandte Art an dem betreffenden Orte mangelt; und der gewöhnliche Grund dafür ist ohne Zweifel der, dass dieselbe auf ihrer Verbreitungswanderung nicht dorthin gelangte. Wenn wir genaue Karten über die Verbreitung der beiden Arten hätten, so würde uns diess einleuchtend entgegen treten.

An den Isarabhängen bei Grosshessellohe (unweit München) wachsen neben Hieracium murorum und H. vulgatum zwei ausgezeichnete verwandte Formen, H. subcaesium und H. Sendtneri[2]). Die vier Formen schliessen einander hier nicht aus, obgleich jede bestimmten Modificationen der Localität den Vorzug gibt. Wenn man sich nach rechts

---

2) Vgl. die Notiz in der Mittheilung vom 18. November.

oder links von der Isar entfernt und wieder ganz analoge Localitäten antrifft, so findet man immer nur H. murorum, und H. vulgatum. H. Sendtneri und H. subcaesium entfernen sich nicht von den Isarabhängen. Die letztern beiden Formen kommen eigentlich im Gebirge vor und wurden ohne Zweifel von der Isar herunter geführt. Sie konnten sich nicht von dem Flussgebiete entfernen, weil beiderseits Wälder und Felder (früher bloss Wälder) folgen. Da sie beide nicht in Wäldern vorkommen (indem sie hier von H. murorum und H. vulgatum verdrängt werden), so konnten sie nicht bis zu den ihnen zusagenden, aber stundenweit entfernten Localitäten gelangen.

Ein interessantes Beispiel für die verschiedenen Ursachen, welche auf die Verbreitung der Pflanzen Einfluss haben, bieten uns die beiden Alpenrosen, Rhododendron hirsutum und Rh. ferrugineum. Von Unger wird für die Flora von Kitzbühel Rh. hirsutum als kalkstet, Rh. ferrugineum als schieferstet angegeben. Mohl nennt sie kalkhold und urgebirgshold. Letztere Bezeichnung drückt das Vorkommen im Allgemeinen, erstere in einzelnen Gegenden aus[3]) An einigen Orten Graubündtens z. B. in den Alpen von Parpan sah ich beide Arten in Menge, Rh. hirsutum ausschliesslich auf Kalk, Rh. ferrugineum ebenso auf Schiefer. Auf der Grenze zwischen beiden Formationen berührten sich die zwei Arten und dort fand sich auf einer schmalen Strecke, gemengt unter dieselben, die Mittelform Rh. intermedium. Auf der rothen Wand bei Schliersee in Oberbayern wachsen Rhododendron hirsutum und Rh. ferrugineum durcheinander auf Kalk. Eine genauere Beobachtung zeigt aber, dass sie sich auch da nach der

---

3) Unrichtiger Weise heisst es in Moritzi's Flora der Schweiz von Rh. hirsutum, das fast ausschliesslich dem Kalk angehört, es komme „bloss auf dem Schiefergebirge" vor.

Unterlage ausschliessen. Rh. hirsutum kommt auf dem mit dünner Humusschichte bedeckten Kalkgesteine vor, ebenso bewohnt es die herabgestürzten Kalkblöcke. Zwischen diesen Blöcken aber steht Rh. ferrugineum überall, wo sich eine dicke Humusschichte gebildet hat, so dass seine Wurzeln in einem kalkarmen Boden sich befinden. Ebenso kommt Rh. ferrugineum da vor, wo eine Lehmschichte den Kalk überlagert.

Mit Rücksicht auf solche Vorkommensverhältnisse muss man beide Arten als bodenstet bezeichnen; sie scheiden sich nach der kalkhaltigen und kalkarmen Unterlage. Kerner hat sogar, auf ähnliche Beobachtungen sich stützend, die Ueberzeugung ausgesprochen, dass Rh. hirsutum die dem kalkreichen Boden, Rh. ferrugineum die dem kalkarmen Boden entsprechende Form einer und derselben Art (Rh. germanicum) sei; dass Rh. ferrugineum, auf eine kalkarme Unterlage gebracht, zuerst in Rh. intermedium und dann in Rh. ferrugineum übergehe. Diess ist jedoch nicht der richtige Ausdruck für die Thatsache, welche uns die Verbreitung der beiden Alpenrosen zeigt[4]).

In allen Gegenden, wo von beiden Rhododendron-Arten nur die eine vorkommt, bewohnt sie ebenso wohl die kalkreichen als die kalkarmen Localitäten. Im Rheinwaldthal (Ct. Graubündten) fand ich bloss Rh. ferrugineum; stellenweise wächst es daselbst auf Kalk, so am Splügenpass und am „Kalkberg" über dem Dorfe Splügen[5]). Am Gotthard sah ich gleichfalls bloss Rh. ferrugineum und zwar

---

4) So weit meine Erfahrungen gehen, kann ich auch für die übrigen sogenannten Parallelformen die allgemeine Gültigkeit der zu Grunde gelegten Thatsachen nicht zugeben. Diese Parallelformen sind nur für gewisse Gegenden bodenstet, für andere aber sind sie es nicht.

5) Nach Gaudin kommt am Splügen auch Rh. hirsutum vor.

ebenfalls an einem Orte auf Kalk[6]). Das Joch über Engelberg und die Engstlenalp (am Titlis), ferner die Blackenalp im Surenenthal, ebenso die Kurfirsten über Wallenstad, welche Gegenden alle der Kalkformation angehören, zeigten mir nur Rh. ferrugineum und zwar in grossen Massen[7]). Der Schweizerjura hat ebenfalls nur diese Art. An allen genannten Stellen wächst Rh. ferrugineum nicht etwa bloss auf tiefen Humus- oder auf Lehmlagen, die den Kalk bedecken, sondern auch auf Kalkfelsen, die mit einer sehr dünnen Humusschichte überzogen sind, stellenweise auf fast nacktem Gestein. Nach mündlichen Mittheilungen von Hrn. Prof. Theobald in Chur findet sich Rh. ferrugineum auf dem Calanda bei Chur in beträchtlicher Höhe auf fast nacktem Kalk.

Die Verbreitung der beiden Alpenrosen wird also im Grossen und Ganzen nicht durch die kalkarmen und kalkreichen geologischen Formationen bedingt. Sie erweisen sich auf dem grössten Theil ihres Verbreitungsbezirkes als bodenvag. Wo sie aber in beträchtlicher Menge neben einander auftreten, werden sie bodenstet, indem sie sich gegenseitig ausschliessen. Diese Ausschliessung ist, da es strauchartige langdauernde Pflanzen sind, nicht so strenge wie bei krautartigen Gewächsen; sie ist ferner um so weniger genau durchgeführt, je spärlicher und zerstreuter die Stöcke stehen. So kommen an den Kurfirsten oberhalb Quinten die beiden Arten, welche hier in geringerer Individuenzahl auftreten, durch einander vor und der nämliche Kalkblock trägt zuweilen auf der einen Seite Rh. ferrugineum, auf der andern Rh. hirsutum.

---

6) Auch hier giebt Gaudin Rh. hirsutum an.

7) Auf der Trübseealp über Engelberg bemerkte ich auch Rh. intermedium, was auf die Nähe von Rh. hirsutum hinweisen könnte.

Heer hat die vorgeschobenen Kolonien von Alpenpflanzen auf den Hügelkuppen und in den Torfmooren der ebeneren Schweiz von der Eiszeit hergeleitet und als zurückgelassene Posten der vorgedrungenen Gletscher erklärt. Rh. ferrugineum wurde nach demselben von dem Rhonegletscher aus dem Wallis auf den Jura, Rh. hirsutum von dem Linthgletscher auf die Berge an der östlichen Grenze des Cantons Zürich (Hohe Rhonen und obere Tössthäler) gebracht. In gleicher Weise dürfen wir wohl das Vorkommen von Rh. ferrugineum am Langensee und am Comersee von dem Langenseegletscher und dem Veltlinergletscher herleiten. Auf einer Tour über die Terrassen der Kurfirsten sah ich oberhalb Wallenstad bloss Rh. ferrugineum; weiter nach Westen auf einer Ausdehnung von etwa einer halben Stunde Rh. ferrugineum mit Rh. hirsutum und noch weiter westlich bloss Rh. hirsutum. Ich weiss nicht, ob diese Beobachtung auf einer einzigen Excursion die wirkliche Verbreitung ausdrückt, ob Rh. hirsutum den westlichen, Rh. ferrugineum den östlichen Theil der Kurfirsten bewohnt. Wie dem auch sei, das Vorkommen der beiden Arten auf diesem Gebirgsstocke kann vielleicht aus dem Zusammentreffen der beiden Eiszeitgletscher, Linth- und Rheingletscher erklärt werden. Der erstere hätte Rh. hirsutum, der zweite Rh. ferrugineum herbeigeführt, insofern wir die ursprünglichen Verbreitungscentren in die innern Alpen verlegen.

Im Allgemeinen werden die Centralalpen und der Südabhang von Rhododendron ferrugineum, die nördlichen Alpen von Rh. hirsutum bewohnt. Aber diese Verbreitungsareale sind vielfach durch die andere Art durchbrochen. Eine genaue Aufnahme der geographischen Vertheilung der beiden Alpenrosen, welche sich offenbar sehr langsam ausbreiten, dürfte für die Erkenntniss der Verbreitungsursachen

von grösstem Interesse sein und vielleicht Rückschlüsse auf die grossen Naturerscheinungen der diluvialen Zeit erlauben.

Ich fasse zum Schlusse noch das Resultat über das Vorkommen der Gewächse zusammen. Innerhalb der Region, welche einer Form durch die klimatischen Verhältnisse im Allgemeinen angewiesen ist, wird die Verbreitung bedingt

1) durch die besondere Modification dieser klimatischen Einflüsse, durch die physikalischen und chemischen Bodenverhältnisse,

2) durch die übrigen Gewächse, welche mit ihr concurriren, sowie auch durch die Thiere und den Menschen, welche fördernd und nachtheilig einwirken,

3) durch das Stadium der Wanderung, in welcher sich die Pflanzenform befindet.

Die Pflanzengeographie muss alle diese Momente combinirt in Rechnung bringen, um die Ausbreitung einer Art zu verstehen. Bisher hat man einen andern Weg verfolgt. Man untersuchte nur ein Moment für sich und beschränkte sich dabei fast ausschliesslich auf die chemischen und physikalischen Bodenverhältnisse. Man glaubte, dass in ihnen die Lösung der Räthsel enthalten sei und stritt sich darum, ob die einen oder andern den Ausschlag gäben. Man begann mit der Betrachtung eines beschränkten Gebietes, und dehnte sie dann immer weiter aus. H. v. Mohl und besonders A. de Candolle stellten als Grundsatz auf, dass man nur bei Berücksichtigung des grösstmöglichen Areals ein sicheres Ergebniss bekomme. Diese Forderung war gewiss gegründet, wenn es sich um die Beantwortung der Frage handelte: Giebt es Pflanzenarten, deren Vorkommen mit den Bodenverhältnissen parallel geht?

Die Methode von Mohl und de Candolle hatte ihre Berechtigung für einen bestimmten Zweck. Aber sie wird entschieden unrichtig, wenn wir die Frage allgemeiner stellen: ob und welchen Einfluss die Bodenbeschaffenheit auf das

Vorkommen der Pflanze habe? Wir müssen dann wieder zu der Erforschung des ganz beschränkten Gebietes zurückkehren, dasselbe mit all seinen eigenthümlichen Verhältnissen als ein Ganzes auffassen und wir dürfen es nur mit einem andern speziellen Gebiet, das ebenfalls in allen seinen Einzelheiten erforscht ist, vergleichen. Bloss auf diesem Wege wird es möglich sein, die Wirkung jedes einzelnen Factors und somit auch diejenige der Bodenbeschaffenheit zu bestimmen.

Wir finden, dass in einer Gegend eine Pflanze mit Rücksicht auf die chemischen Verhältnisse bodenstet ist, in einer andern bodenvag. Nach bisheriger Behandlungsweise wurde sie dann als bodenhold bezeichnet. Diess giebt uns aber keinen richtigen Begriff von dem Verhalten derselben. Statt dass wir sie bodenhold nennen, müssen wir vielmehr erforschen, unter welchen Bedingungen sie bodenstet, unter welchen bodenvag ist. — Es ist selbst möglich, dass eine Art in einer Gegend kalkstet, in einer andern urgebirgstet ist. Es seien nämlich drei verwandte Arten A, B, C so constituirt, dass A sehr kalkscheu, C sehr kalkliebend, B ziemlich indifferent gegen Kalk ist. In einer Gegend komme A und B, in einer andern B und C gemeinsam vor. In ersterer wird A urgebirgstet, B kalkstet auftreten, in letzterer wird dagegen B urgebirgstet und C kalkstet sein. Wenn wir aber, statt diese Verhältnisse aus einander zu halten, B allgemein nach der bisherigen Behandlungsweise als bodenvag aufführen, so erhalten wir einen sehr mangelhaften oder selbst einen sehr unrichtigen Begriff von dem wirklichen Verhalten.

Die Thatsache, ob eine Pflanzenart mit Rücksicht auf ihr ganzes Vorkommen in chemischer Beziehung bodenstet, bodenhold oder bodenvag sei, ist im Grunde ziemlich gleichgültig, da diess offenbar von allen mitwirkenden Factoren bedingt wird, und da es vom Zufall abhängt, wie die letztern

combinirt sind. Es ist sogar denkbar, dass jede Pflanze irgendwo bodenstet auftritt, denn keine wird ganz gleichgültig gegen die chemische Bodenbeschaffenheit sein; es wird ein bestimmtes Mengenverhältniss der Mineralsalze geben, welches ihr am besten, ein anderes, das ihr am wenigsten convenirt. Halten wir uns, wie bisher, bloss an kalkarme und kalkreiche Standorte, so mag es geschehen, dass jede Pflanze unter gewissen Verhältnissen, alles Uebrige gleichgesetzt, sich auf dem einen gegen die Mitbewerber zu behaupten vermag, auf dem andern nicht.

Bodenstetigkeit und Bodenvagheit sind überhaupt Zustände, aus denen wir keinen Schluss auf die Natur einer Pflanze ziehen dürfen, weil sie nicht von dieser Natur bedingt werden. Achillea atrata und A. moschata leben theilweise getrennt und sind dann bodenvag, theilweise beisammen und sind dann bodenstet, somit im ganzen bodenhold. Hätten die Verbreitungsursachen sie überall zusammengeführt, so würden wir sie nur als bodenstet kennen. Wären sie überall allein, so würden sie uns als bodenvag entgegentreten.

Wie mit der chemischen, so verhält es sich auch mit der physikalischen Beschaffenheit. Auch sie lässt die Pflanzen bald als bodenstet, bald als bodenvag erscheinen. Auch hier sind es nicht innere, in der Natur der Gewächse begründete Ursachen, sondern äussere Umstände, welche den Ausschlag geben. Bei gleicher chemischer Bodenbeschaffenheit und unter übrigens gleichen Verhältnissen verträgt eine Art in Gesellschaft einer bestimmten Vegetation sehr weite, in Gesellschaft einer andern Vegetation nur sehr limitirte Grenzen in den Feuchtigkeitsgraden der Bodenkrumme.

Wie mir scheint, ist es daher die nächste und dringendste Aufgabe der Wissenschaft, die Aufmerksamkeit den Gewächsen zuzuwenden, welche die zu erforschende Art umgeben, vor allem aus den nächst verwandten, dann aber

auch überhaupt solchen, welche an die Aussenwelt nahezu gleiche Anforderungen stellen, und endlich dem ganzen Verein von Gewächsen, welcher die Pflanzendecke bildet. Solche Untersuchungen werden, wie es die geringen Anfänge in dieser Mittheilung gezeigt haben, manches Räthsel in der Verbreitung der Pflanzen aufklären, und uns nachweisen, warum eine Art hier vorkommt und dort unter den nämlichen klimatischen und Bodenverhältnissen constant mangelt, obgleich ihr die Wanderung dorthin offen stände.

Eine andere nicht minder lohnende Aufgabe wäre es, die allgemeinern Thatsachen der jetzigen Verbreitung auf die grossen Veränderungen der Diluvialzeit zurückzuführen. Bis jetzt sind darüber wenig mehr als allgemeine Gedanken und einzelne spezielle Andeutungen gegeben worden. Die nothwendigen Vorarbeiten dazu wären genaue Verbreitungskarten mit allen Angaben, wo eine Art beobachtet wurde und wo sie fehlt, um aus den Lücken und Unterbrechungen in der Verbreitung auf die einstige Wanderung schliessen zu lassen.

---

20. Die Bastardbildung im Pflanzenreiche.

(Vorgetragen den 15. Dezember 1865.)

Die Veranlassung zur Behandlung dieses Themas ergab sich mir aus einer Untersuchung über die Bedeutung der in der Natur zwischen manchen Arten vorkommenden Zwischenformen, welche ich in einer nächsten Mittheilung darzulegen beabsichtige. Das Thema über die Bastardbildung ist indessen auch in anderer Beziehung von grösster Wichtigkeit. Dieselbe verbreitet einiges Licht über die Fortpflanzung, insofern es sich nämlich darum handelt, in welcher Weise die Eigenschaften der Eltern auf die Nachkommen übertragen werden. Sie hilft ferner die Frage über den

Unterschied von Art und Varietät entscheiden, da sich dieser auf die Fortpflanzung und die Succession der Generationen gründet.

In letzterer Beziehung fragt es sich, ob in der Bastardbildung Art und Varietät prinzipiell von einander abweichen. Da in den Merkmalen, welche die äussere Gestalt, der innere Bau und die chemische Zusammensetzung ergeben, ein strenger Unterschied nicht gefunden wird, und da rücksichtlich der Constanz, wegen der langen Dauer mancher Varietäten, der Unterschied im besten Falle bloss eine rein theoretische Bedeutung hat, so glaubte man denselben darin wieder zu erlangen, dass die Arten sich mit anderm Erfolge gegenseitig befruchten sollten als die Varietäten. Diese Behauptung nun ist, wie sich aus der folgenden Darstellung ergeben wird, ungegründet. Zwischen Species und Varietät besteht auch in dieser Beziehung nicht eine absolute, sondern eine allmählich abgestufte Verschiedenheit. Das Resultat ist um so sicherer, als es jedenfalls nicht durch subjective Befangenheit erhalten wurde. Weitaus die meisten und wichtigsten Versuche über Bastardbildung wurden von entschiedenen Anhängern der spezifischen Unveränderlichkeit ausgeführt, also von Beobachtern, die eher in der entgegengesetzten Richtung befangen waren und welche die Thatsachen von ihrem Standpunkte aus in dem ihren Anschauungen möglichst günstigen Lichte betrachteten. Es lag ihnen daran, einen Gegensatz zwischen Species und Varietät in der hybriden Befruchtung zu begründen, und zu zeigen, dass die Varietätenbastarde normale und dauerhafte Bildungen seien, die Artbastarde dagegen Abnormitäten ohne Bestand. Wenn trotzdem die Versuche darthun, dass ein solcher Gegensatz nicht besteht, so kann man dieses Resultat als um so sicherer festgestellt erachten [1]).

---

1) Man unterscheidet zuweilen zwischen Bastard und Blendling (im Französischen zwischen hybride und métis), je nachdem

Die Thatsachen sind in reichlicher Menge vorhanden. Schon vor einem Jahrhundert hat Kölreuter sehr zahlreiche (viele tausende) und sehr genaue Versuche über künstliche Befruchtung zwischen verschiedenen Pflanzenformen angestellt. In diesem Jahrhundert hat Gärtner während eines Zeitraums von 26 Jahren nahezu 10000 künstliche Bestäubungen vorgenommen und dabei jede Vorsicht angewendet, welche für das Gelingen und die kritische Benutzung derselben erforderlich schien. Ausserdem haben verschiedene Forscher sich mit dem gleichen Gegenstand beschäftigt, unter denen ich Knight, Herbert, Treviranus, Sageret, Wiegmann, Regel, Wichura, Lecocq, Naudin, Godron, Grönland nenne.

Wenn trotz dieser zahlreichen Versuche nicht grössere Uebereinstimmung betreffend die Bastardbildung im Pflanzenreiche herrscht, so dürfte der Grund in verschiedenen Umständen liegen. Einerseits mangelt oft bei der Beurtheilung ein unbefangener und vorurtheilsfreier Standpunkt. Von der Unveränderlichkeit der Art ausgehend, sucht man vor Allem aus den Unterschied zwischen Artbastard und Varietätenbastard festzustellen, einen Unterschied, der in Wirklichkeit nicht besteht. Man wird dadurch veranlasst, die Thatsachen nicht nach ihrem innern Zusammenhange, sondern nach einem ihnen fremden Prinzip zu gruppiren, einzelnen Thatsachen eine gezwungene Erklärung aufzu-

---

die Eltern Arten oder Varietäten sind. Diese Unterscheidung mag zuweilen praktischen Nutzen gewähren, häufiger aber ist sie verwirrend und irreführend, weil sie einen Unterschied voraussetzt, der nur gradweise vorhanden ist. Richtiger wäre es wohl, wenn man überhaupt trennen will, Bastarde alle diejenigen hybriden Pflanzen zu nennen, die eine verminderte Fruchtbarkeit zeigen, Blendlinge diejenigen mit vollkommener Fruchtbarkeit, ohne Rücksicht darauf, ob die einen und andern von Species oder Varietäten gefallen sind.

nöthigen, andere zu ignoriren oder als Ausnahmen zu behandeln.

Anderseits sind die über die Bastardbildung angestellten und veröffentlichten Versuche offenbar nicht überall hinreichend gekannt und werden nicht in dem Maasse, als sie es verdienen, gewürdigt. Namentlich gilt diess von den zahlreichen und trefflichen Beobachtungen Gärtner's, welche leider in seinem Buche (Versuche und Beobachtungen über die Bastarderzeugung im Pflanzenreiche 1849) mit allzugeringer Uebersichtlichkeit dargelegt werden. Dafür lässt man sich zuweilen von Wahrnehmungen leiten, die man an wirklichen oder vermeintlichen Bastarden in der freien Natur gemacht und willkürlich commentirt hat. Oder man benutzt seine eigenen spärlichen Versuche, welche wegen ihrer Unvollständigkeit und häufig wegen ihrer Ungenauigkeit unbrauchbar sind, zu einer neuen Theorie, ohne zu ahnen, dass darüber zahlreiche und genaue Versuche längst entschieden haben. Die Lehre von der Bastardbildung würde in der neuern Zeit mehr Fortschritte gemacht haben, wenn manche Beobachter, statt von vorne anzufangen, sich die Erfahrungen der zwei erstgenannten deutschen Forscher zu Nutzen gemacht hätten, die die Arbeit ihres Lebens auf die Lösung dieses Problems verwendeten. Keine Lehre ist weniger abgeschlossen und fortgesetzte kritisch ausgeführte Versuche sind im höchsten Grade wünschenswerth. Aber sie können nur dann wissenschaftlichen Werth haben, wenn sie sich auf die Kenntniss des schon Geschehenen stützen, wenn sie entweder die festgestellten Regeln durch neue Thatsachen bestätigen, oder wenn sie dieselben modificiren, erweitern, beschränken, im letztern Falle aber die Bedingungen darthun, unter denen diese Modificationen eintreten.

Ich werde in der folgenden Uebersicht der Resultate mich ausschliesslich an die künstlichen Bastardirungsversuche halten, indem ich mir die Anwendung auf die wild-

wachsenden hybriden Formen für eine folgende Mittheilung vorbehalte.

1. Pflanzenformen, die sich systematisch nahe stehen, können mit einander Bastarde bilden. Im Allgemeinen geht die Befruchtungsfähigkeit nicht über die Gattung, sehr oft nicht über die Gattungssection hinaus, und manchmal bleibt sie innerhalb der Art eingeschlossen. Es verhalten sich in dieser Beziehung die verschiedenen natürlichen Ordnungen und Gattungen sehr ungleich.

Mit Rücksicht auf den Umfang, in welchem die Genera von der strengeren Schule der Systematik gefasst werden, können wir sagen, dass im Allgemeinen nur Arten des gleichen Genus sich befruchten können. Die wenigen Ausnahmen dürften sich auf folgende sichere Fälle beschränken: Lychnis und Silene, Rhododendron und Azalea, Rhododendron und Rhodora, Azalea und Rhodora, Rhododendron und Kalmia, Rhododendron und Menziesia[2]), Aegilops und Triticum, Gattungen der Cacteen (Echinocactus, Cereus, Phyllocactus) und Gessneriaceen. Ich füge bei, dass von den wildwachsenden Bastarden mir ausserdem nur zwei bekannt sind, welche von verschiedenen Gattungen abstammen könnten: Festuca loliacea Huds., welche nach A. Braun ein Bastard von Festuca elatior Lin. und Lolium perenne Lin. ist, und Nigritella suaveolens Koch, welche nach meinen Beobachtungen von Nigritella angustifolia Rich. und Gymnadenia odoratissima Rich. erzeugt wird.

Mit Rücksicht auf die geringe Zahl der Ausnahmen dürfte vielleicht die Frage aufgeworfen werden, ob in diesen

2) Bryanthus erectus Grah. et Paxt. Bastard von Rhododendron Chamaecistus Lin. und Menziesia coerulea Wahlenb.

Fällen die Gattung nicht zu enge, oder eher ob sie nicht unrichtig gefasst worden sei? ob die Verwandtschaft, welche in der gegenseitigen Befruchtungsfähigkeit sich kundgiebt, nicht verbiete, zwei Arten generisch zu trennen? Dafür liesse sich, ohne weiter auf das Prinzip einzutreten, wenigstens anführen, dass es mehrere Beispiele giebt, wo zwei sich bastardirende Arten, die früher in den mehr künstlichen Gattungen getrennt waren, jetzt in der nämlichen mehr natürlichen Gattung vereinigt sind.

Schon von Herbert und Andern wurde die Regel ausgesprochen, dass nur congenerische Species sich bastardiren können, und dass Arten, welche diese Fähigkeit besitzen, zu einer Gattung vereinigt werden müssen. Es ist dagegen der unlogische und daher nichtige Einwurf gemacht worden, wenn man diess als richtig anerkenne, so müsste man die sich nicht bastardirenden Species generisch trennen. Wenn ich sage, dass alle Weine zur Gattung Flüssigkeit gehören, so folgt daraus nicht, dass auch jede Flüssigkeit eine Weinsorte sein müsse, und dass Alles, was nicht Wein ist, desswegen auch keine Flüssigkeit sein könne.

Es giebt Genera, in welchen alle Arten in dem nahen Verhältniss zu einander stehen, dass sie sich gegenseitig befruchten. In andern besteht diese Beziehung nur zwischen den Arten der gleichen Section, während Arten verschiedener Sectionen sich nicht mit einander bastardiren. Sehr häufig mangelt dieses Vermögen selbst den Arten der gleichen Gattungssection, so dass hier nur die Varietäten der gleichen Art mit einander Bastarde bilden.

In der Neigung zu hybrider Befruchtung scheint übrigens eine grosse Verschiedenheit zwischen verschiedenen Gruppen des Pflanzenreiches zu herrschen. Ueber die Cryptogamen lässt sich in dieser Beziehung, wegen Mangel an Versuchen, nichts sagen; man weiss bloss, dass sie Bastarde bilden können. Unter den Phanerogamen gelingt die Ba-

stardbildung zwischen den Arten leichter bei folgenden Ordnungen: Liliaceen, Irideen, Nyctagineen, Lobeliaceen, Solanaceen, Scrophularineen, Gessneriaceen, Primulaceen, Ericaceen, Ranunculaceen, Passifloreen, Cacteen, Caryophylleen, Malvaceen, Geraniaceen, Oenothereen, Rosaceen. Die hybride Befruchtung zwischen den Arten gelang gar nicht oder nur ausnahmsweise bei den Gramineen, Urticaceen, Labiaten, Convolvulaceen, Polemoniaceen, Ribesiaceen, Papaveraceen, Cruciferen, Hypericineen, Papilionaceen.

Eben so verschieden verhalten sich die Gattungen der gleichen natürlichen Ordnung. Unter den Caryophylleen lassen sich die Arten von Dianthus leicht, diejenigen von Silene schwer bastardiren. Unter den Solanaceen sind die Arten von Nicotiana und Datura zu hybrider Befruchtung geneigt, nicht aber diejenigen von Solanum, Physalis, Nicandra; unter den Scrophularineen die Arten von Verbascum, Digitalis, nicht aber Pentastemon, Antirrhinum, Linaria; unter den Rosaceen die Arten von Geum, nicht aber Potentilla.

2. Die Pflanzenformen (Varietäten und Arten) bastardiren sich um so schwieriger und geben bei gegenseitiger Befruchtung eine um so geringere Zahl fruchtbarer Samen, je weniger sie unter einander sexuell verwandt sind. Diese sexuelle Affinität ist nicht gleichbedeutend mit der systematischen, welche durch äussere Formverschiedenheiten, Farbe und Habitus sich kundgiebt, noch mit der innern Verwandtschaft, welche in der chemischen und physikalischen Constitution begründet ist. Alle drei Affinitäten gehen jedoch ganz im Allgemeinen parallel.

Der befruchtende Blüthenstaub wirkt mehr oder weniger vollständig auf die weiblichen Organe. Wenn gar kein be-

fruchtender Einfluss statt hat, so welken dieselben, als ob überhaupt kein Pollen auf die Narbe gelangt wäre. Der erste und geringste Grad der Einwirkung besteht darin, dass bloss der Fruchtknoten, sammt dem Kelch, etwas wächst, ohne dass eine Veränderung an den Eichen sichtbar wird. Ein zweiter Grad besteht darin, dass der Fruchtknoten stärker wächst und die Ovula ebenfalls sich vergrössern, aber dann zusammenschrumpfen. Ein dritter Grad bringt es zu kleinen unvollkommenen Früchten mit leeren Samen. Ein vierter Grad zeigt normal ausgebildete Früchte mit leeren Samen. Ein fünfter Grad bildet normale Früchte mit einzelnen scheinbar vollkommenen, aber keimlosen Samen. Ein sechster Grad entwickelt normale Früchte, deren Samen einen kleinen, welken, nicht keimungsfähigen Embryo enthalten. Ein siebenter Grad endlich reift normale Früchte mit normalen Samen, aber in diesem letzten Grad der vollkommenen Befruchtung giebt es wieder alle möglichen Untergrade, je nachdem bloss ein oder wenige Ovula, eine grössere Zahl derselben oder nahezu alle sich in keimfähige Samen verwandeln. Der Einfluss des befruchtenden Blüthenstaubs auf die weiblichen Organe stuft sich also fast unendlich ab.

Dass die sexuelle Affinität nicht genau mit der systematischen Verwandtschaft zusammenfällt, ergiebt sich aus vielen Beispielen. Es kommt nicht selten vor, dass zwei Arten A und B, die sich äusserlich sehr ähnlich sehen, sich nicht bastardiren, während A sich mit der Art C, welche in den Merkmalen viel mehr abweicht als B, leicht befruchtet. So ist es z. B. noch nicht gelungen, den Apfelbaum mit dem systematisch nahe verwandten Birnbaum hybrid zu vereinigen, ebenso wenig die sehr ähnlichen Anagallis arvensis Lin. und A. coerulea Schreb., Primula officinalis Jacq. und P. elatior Jacq., Nigella damascena Lin. und N. sativa Lin., Pentastemon gentianoides Poir. und P. Hartwegii Benth. und viele andere.

Dagegen befruchten sich die einander unähnlichen Aegilops ovata Lin. und Triticum vulgare Vill., Lychnis diurna Sibth. und Lychnis Flos cuculi Lin., Rhododendron ponticum Lin. und Azalea pontica Lin., Cereus speciosissimus Desf. und C. Phyllanthus DC. (Phyllocactus Phyllanthus Link.), strauchartige und krautartige Calceolarien, die in den Früchten abweichenden Pfirsichbaum und Mandelbaum etc.

Man könnte mit Gärtner die Meinung hegen wollen, dass die sexuelle Verwandtschaft mit der innern oder chemisch-physikalischen identisch sei. Diess wird durch folgende, sich öfter wiederholende Thatsache unmöglich, dass von zwei Pflanzenarten (A und B) sich A durch B, nicht aber B durch A befruchten lässt, oder dass A leichter durch B als B durch A befruchtet wird. Da nun sicher A zu B die gleiche innere Verwandtschaft hat wie B zu A, so muss die Anziehung zwischen den Geschlechtsorganen etwas Besonderes sein. Wir können die letztere auch nicht als eine Folge der innern oder chemisch-physikalischen Beschaffenheit betrachten, da es viele andere Arten giebt, wo die Befruchtungsfähigkeit die gleiche ist, ob A oder B die männliche Rolle übernimmt.

Mit der Affinität, die sich aus der künstlichen Befruchtung ergiebt, muss allerdings besondere Vorsicht angewendet werden, weil der Erfolg derselben noch durch so viele andere Nebenumstände bedingt wird. Desswegen darf aus einigen wenigen Versuchen nie ein Schluss gezogen werden. Wenn einige Blüthen A, durch B befruchtet, und einige Blüthen B, durch A befruchtet, zufällig ein ungleiches Resultat geben, darf man desswegen noch nicht auf ungleiche, — wenn sie zufällig ein gleiches Resultat geben, noch nicht auf gleiche gegenseitige Sexualaffinität schliessen. Die Folgerung ist aber nicht zu beanstanden, wenn eine grössere Zahl von Versuchen in mehreren Jahren wiederholt im

Resultat übereinstimmt. Ich will hiefür nur zwei Beispiele anführen. Gärtner hat in 5 verschiedenen Jahren 79 Blüthen der Nicotiana paniculata Lin. mit Blüthenstaub von N. Langsdorfii Weinm. befruchtet; 66 davon setzten Früchte an, die alle ziemlich viele Samen reiften. Ebenderselbe hat ferner in 3 verschiedenen Jahren 44 Blüthen der N. Langsdorfii mit Pollen der N. paniculata bestäubt, ohne den geringsten Erfolg. Kölreuter konnte Mirabilis Jalapa Lin. leicht durch den Pollen von M. longiflora Lin. befruchten: aber bei mehr als 200 Bestäubungen von M. longiflora durch M. Jalapa während 8 Jahren erhielt er nie Samen.

Daraus geht unbestreitbar hervor, dass von gewissen hermaphroditischen Pflanzenarten die eine zu der andern eine ungleiche Anziehung besitzt, je nachdem sie als Mann oder als Weib sich ihr nähert. Wir müssen daher zwischen zwei Pflanzenformen drei verschiedene Affinitäten anerkennen: die äussere oder systematische, die innere oder chemisch-physikalische [3]) und die sexuelle. Was die letztere betrifft, so weiss man nichts über die Natur derselben. Möglicher Weise könnte sie durch äussere (mechanische) Ursachen bedingt werden; wahrscheinlicher hängt sie mit localen, in den Geschlechtsorganen liegenden, chemisch-physikalischen Constitutionen zusammen.

Wenn auch die sexuelle Affinität etwas Selbständiges ist, so geht sie im Allgemeinen doch mit der systematischen parallel, oder kommt wenigstens nicht in allzugrossen Wider-

---

3) Dass äussere und innere Verwandtschaft nicht identisch sind, ergiebt sich, um nichts Weiteres anzuführen, deutlich aus der Thatsache, dass ein Merkmal in zwei Pflanzen äusserlich ganz das gleiche sein kann, obgleich es in der einen noch durchaus variabel ist, in der andern aber durch correspondirende innere Veränderungen eine grosse Constanz erlangt hat.

spruch mit derselben. Ich habe bereits gesagt (§. 1), dass Arten von verschiedenen Gattungen mit wenigen Ausnahmen sich nicht bastardiren. Dasselbe gilt fast immer auch für die Arten, welche zu verschiedenen natürlichen Sectionen der gleichen Gattung gehören, also für congenerische Arten, die sich systematisch ferner stehen.

Zwei Species eines Genus, die sich nicht zu befruchten vermögen, können durch Vermittelung einer dritten, zu der sie beide Verwandtschaft haben, zusammengebracht werden. A und B bastardiren sich nicht, wohl aber A und C, ebenso B und C. Ist diess der Fall, so findet hybride Verbindung zwischen A und dem Bastard B+C, ebenso zwischen B und dem Bastard A+C statt[4].

Wenn von zwei Arten jede verschiedene Varietäten hat, so besteht zwischen den gleichartigen Varietäten der einen und andern Art eine grössere Affinität, als zwischen den ungleichartigen. Verbascum Blattaria Lin. und V. Lychnites Lin. haben gelb- und weissblühende Varietäten. Das weissblühende V. Blattaria verbindet sich leichter mit dem weissblühenden als mit dem gelbblühenden V. Lychnitis und umgekehrt. Die übrigen Verbascum-Arten mit gelben Blüthen geben ebenfalls mit den gelbblüthigen Pflanzen von V. Blattaria und V. Lychnitis eine grössere

---

4) Durch die Formel A+B bezeichne ich immer den Bastard der elterlichen Formen A und B, wenn es unbestimmt oder gleichgültig ist, welche derselben Vater und welche Mutter gewesen sei. AB dagegen ist die Pflanze, welche A zum Vater, B zur Mutter hat und BA ist aus der Befruchtung von A durch B hervorgegangen. Man bedient sich sehr häufig der umgekehrten Bezeichnungsweise, indem man den Namen der Mutter voranstellt. Da hierüber keine Einigkeit herrscht, so wähle ich diejenige Namengebung, welche auch in andern Gebieten gebräuchlich ist, wo man mit wenigen Ausnahmen dem Namen des Mannes die erste Stelle giebt.

Menge von hybriden Samen als mit weissblüthigen Pflanzen der gleichen Species.

Eine solche Steigerung der sexuellen Affinität zwischen gewissen Varietäten verschiedener Arten kommt auch dann vor, wenn eine grössere Aehnlichkeit in den systematischen Merkmalen nicht bemerkbar ist. Es ist überhaupt eine häufige Thatsache, dass zwei Varietäten der gleichen Art nicht die nämliche Geschlechtsverwandtschaft zu einer andern Art haben. Schon Kölreuter hat diess durch eine Reihe von genauen Versuchen bewiesen. Von fünf Tabaksorten, welche sich durch die vollkommene Fruchtbarkeit ihrer Bastarde als Varietäten einer Species erwiesen, vereinigte sich die eine bei wiederholten Versuchen mit Nicotiana glutinosa Lin. leichter und gab mehr Samen als die übrigen vier. Gärtner erhielt bei einigen andern Pflanzen ein gleiches Resultat.

Unter den Arten erfolgt die gegenseitige Befruchtung in der Regel am leichtesten bei jenen, welche an der Grenze zwischen Species und constanter Varietät stehen, und welche von den einen Autoren als Arten, von den andern als Varietäten oder Racen angesehen werden. So giebt z. B. Lychnis diurna Sibth. eben so viele Samen, wenn sie durch L. vespertina Sibth., als wenn sie durch ihren eigenen Pollen oder durch den ihrer weissen Varietät befruchtet wird. Dessgleichen zeigt L. vespertina die nämliche Fruchtbarkeit, wenn sie durch L. diurna, als wenn sie durch sich selbst bestäubt wird. Beide Pflanzen wurden von Linné in eine Species vereinigt, von den spätern getrennt.

Noch leichter als unter den nächst verwandten Arten geschieht die Bastardirung zwischen den Varietäten der nämlichen Art. Diese sind meist so geneigt dazu, dass man sie nicht neben einander pflanzen darf, wenn man sie rein erhalten will. Aus ihrer gegenseitigen Befruchtung gehen

sehr reichliche Samen hervor. Selbst in Ordnungen, wo sich die Species nicht zu bastardiren vermögen, wie bei den Cruciferen, Papilionaceen etc. befruchten sich die Varietäten leicht (Brassica, Pisum, Phaseolus).

Doch giebt es auch Varietäten, die sich nur schwer verbinden. So berichtet Gärtner, er habe 14 Kolben (auf eben so vielen Pflanzen) der gelbfrüchtigen Zea Mays nana mit dem Pollen der rothfrüchtigen Zea Mays major befruchtet; 13 Kolben haben gänzlich fehlgeschlagen, der letzte bloss 5 Samen getragen. Ferner wurden von vier Pflanzen der Zea Mays major mit gelben Früchten zwei durch die rothfrüchtige und zwei durch die aschgraufrüchtige Zea Mays major, endlich von vier Pflanzen der rothfrüchtigen Zea Mays major zwei durch die gelbfrüchtige und zwei durch die aschgraufrüchtige Zea Mays major bestäubt. Jede dieser 8 Pflanzen, weit entfernt eine normale Ernte zu geben, reifte bloss eine ziemlich geringe Zahl von Samen.

Der nämliche Beobachter bestäubte Silene inflata Var. alpina mit eigenem Pollen und erhielt die normale Menge Samen. Aber alle Versuche (im Ganzen 36), wo zwei Varietäten der genannten Species mit einander gekreuzt wurden, gaben eine merklich geringere Menge oder auch gar keine Samen. Er befruchtete nämlich Silene inflata alpina durch S. i. angustifolia, S. i. latifolia durch S. i. litoralis, S. i. litoralis durch S. i. angustifolia und durch S. i. latifolia[5]).

Ebenso haben die Versuche von verschiedenen Beobachtern gezeigt, dass in der Ordnung der Cucurbitaceen

---

5) Diese Formen werden gewöhnlich als Varietäten betrachtet; Gärtner führt sie zum Theil als Arten auf: Cucubalus alpinus, Cucubalus Behen angustifolius, Cucubalus Behen latifolius und Cucubalus litoralis.

gewisse Varietäten der gleichen Art sich schwer bastardiren, während die Mehrzahl es mit Leichtigkeit thut. Es soll hier die hybride Befruchtung um so schwieriger gelingen, je grösser der Abstand in den systematischen Merkmalen zwischen ihnen ist.

Vergleichen wir die Species und die Varietäten mit Rücksicht auf die sexuelle Affinität, so finden wir keine Grenze, welche dieselben scheidet. Im Allgemeinen ist die Verwandtschaft allerdings grösser zwischen den Varietäten und geringer zwischen den Species. Allein es giebt Varietäten (wie diejenigen des Mays, der Silene inflata und der kürbisartigen Gewächse), welche von einer Menge guter Arten in der Neigung zu gegenseitiger Befruchtung übertroffen werden. Wenn wir die Gewächse nach der Stärke der sexuellen Verwandtschaft in eine Reihe ordnen wollten, so kämen zuerst Varietäten, zuletzt Species, in der Mitte aber würden auf einer beträchtlichen Strecke der Reihe Varietäten und Species durch einander stehen und mit einander abwechseln.

3. Die Fruchtbarkeit der Bastarde ist um so geringer, die männlichen und weiblichen Geschlechtsorgane sind um so mehr geschwächt und zur Begattung untauglich, die Zahl ihrer keimfähigen Samen um so kleiner, je weiter die erzeugenden Formen (Stammeltern) in der sexuellen Verwandtschaft sich von einander entfernen. Die Speciesbastarde sind also im Allgemeinen weniger fruchtbar als die Varietätenbastarde.

Betrachten wir zuerst die Erscheinungen, welche die relative oder absolute Unfruchtbarkeit der Bastarde begleiten, so finden wir für die männlichen Organe Folgendes. Bei gänzlicher Impotenz verkümmern die Staubbeutel entweder vollständig, oder was häufiger der Fall ist, sie bilden bloss unausgebildete und unregelmässig gestaltete Pollen-

körner, welche nicht in Pollenschläuche auswachsen. Bei der partiellen Impotenz wird neben diesen unausgebildeten Körnern eine geringere oder grössere Zahl von vollkommenen, zu Schläuchen auswachsenden Pollenzellen erzeugt. Diese letztern verhalten sich aber nicht ganz wie die Pollenkörner der Stammeltern; sie entwickeln nämlich ihre Schläuche in der nämlichen verdünnten Zuckerlösung oder in der nämlichen Nectariumflüssigkeit und ebenso auf den Narben langsamer.

Die gänzliche Unfruchtbarkeit der weiblichen Organe zeigt verschiedene Stufen; es sind die nämlichen, welche man bei der gegenseitigen Bestäubung solcher reinen Arten beobachtet, die eine geringe sexuelle Verwandtschaft zu einander haben (vgl. §. 2). Entweder welkt der Stempel, obgleich bestäubt, doch gerade so, als ob eine Berührung mit Blüthenstaub nicht statt gefunden hätte. Oder der Fruchtknoten vergrössert sich weniger und mehr, selbst zu einer normalen reifen Frucht; die Ovula in demselben verkümmern gänzlich, oder sie entwickeln sich ebenfalls weniger und mehr, selbst zu anscheinend normalen Samen, die aber einen nicht keimungsfähigen Embryo enthalten. — Die partielle Unfruchtbarkeit giebt sich darin kund, dass eine geringere Menge von keimungsfähigen Samen gebildet wird, dass dieselben langsamer keimen als die Samen der reinen Arten und zu schwächlichen Pflanzen werden.

Die Speciesbastarde verhalten sich rücksichtlich ihrer Fruchtbarkeit äusserst verschieden und bieten Beispiele für alle erwähnten Abstufungen dar. Es giebt solche, welche (bei Selbstbestäubung) beinahe eben so viele keimfähige Samen erzeugen als die Stammarten selbst. Bei den Versuchen Gärtner's reifte der Bastard von Lobelia cardinalis Lin. und L. fulgens Willd. in einer Kapsel gegen 900 Samen, die Eltern dagegen 1100—1200; der Bastard von Lychnis diurna Sibth. und L. vespertina Sibth.

gab 90—125, seine Eltern aber 150—190 Samen; der Bastard von Dianthus barbatus Lin. und D. japonicus Thunb. 45, hingegen Dianthus barbatus 96; der Bastard von Datura Stramonium Lin. und D. Tatula Lin. 220—280, seine Eltern aber 600—800 Samen[6]). Es giebt andere Bastarde, die nur $^1/_4$, $^1/_6$, $^1/_{10}$, $^1/_{20}$ so viel Samen hervorbringen als die Stammarten; solche die unter vielen tauben immer nur einzelne gute Samen, und solche, die bloss in einzelnen Individuen einige wenige Samen erzeugen, in den übrigen nicht.

In diesen Beispielen wurde Selbstbestäubung des Bastards vorausgesetzt; es sind also beide Geschlechtsorgane zeugungsfähig. Es giebt jedoch auch manche Bastarde, die bloss ein conceptionsfähiges weibliches Organ besitzen, während der Pollen taub ist. Bei einigen ist der Blüthenstaub befruchtungsfähig, aber der Stempel ist unfruchtbar. Die letzten beiden sind also unfähig durch Selbstbefruchtung Samen hervorzubringen; wohl aber können die erstern von den Stammeltern befruchtet werden, die zweiten können dieselben befruchten. — Endlich giebt es Bastarde mit absoluter Zeugungsunfähigkeit; die männlichen Organe derselben sind gänzlich impotent, die weiblichen gänzlich untauglich zur Conception.

Diese relative oder absolute Unfruchtbarkeit der Artbastarde wird immer durch eine entsprechende Schwächung der geschlechtlichen Sphäre bedingt. Diese Schwächung zeigt sich auch deutlich darin, dass alle Artbastarde durch Selbstbefruchtung weniger Samen geben, als wenn sie von einer der beiden Stammarten bestäubt werden. Es giebt selbst solche, welche sich nicht selbst zu befruchten vermögen;

---

6) Datura Stramonium und D. Tatula wurden von Linné und vielen Autoren als zwei besondere Arten, von einigen Autoren jedoch als Varietäten einer Art betrachtet.

aber sie befruchten die Eltern und werden von ihnen befruchtet. Im letzten Falle sind die geschwächten Geschlechtsorgane nicht ganz unfähig zur Zucht; aber jedes derselben vermag nicht mit einem Organe gleicher Schwäche, wohl aber mit einem stärkern Organe einen lebensfähigen Keim hervorzubringen.

Im Allgemeinen kann als Regel gelten, dass die männlichen Organe der Speciesbastarde stärker affizirt, d. h. in höherem Grade geschwächt sind, als die weiblichen; daher es auch mehr männlich impotente, als weiblich conceptionsunfähige Bastarde giebt. Doch ist diese Regel nicht ohne Ausnahme. Schon Kölreuter giebt an, dass die Befruchtung von Dianthus chinensis durch Dianthus barbato-chinensis mehr Samen gegeben habe als die Befruchtungen des Bastards (D. barbato-chinensis) durch eine der beiden Stammarten (D. barbatus oder D. chinensis), und zieht daraus den Schluss, dass die Fruchtbarkeit des Bastards von männlicher Seite weniger eingeschränkt sei als von weiblicher[7]).

Die Artbastarde zeichnen sich, wie ich später anführen werde (§. 8), meistens durch einen grossen Reichthum an Blüthen aus. Von denselben bildet, selbst bei den fruchtbarsten, nur ein kleiner Theil Samen; die grosse Mehrzahl bleibt immer taub. In dieser Beziehung giebt es, nach Gärtner, besondere Regeln für die verschiedenen Arten: Bald sind es die ersten Blüthen, bald die mittlern, bald die letzten der ganzen Blüthezeit, welche Samen ansetzen. Die Erscheinung, dass viele Blüthen unfruchtbar bleiben, kommt übrigens bekanntlich auch bei den reichblühenden Formen der reinen Arten vor.

---

7) Kölreuter (II. Fortsetzung 101) nennt Dianthus carthusianorum, sagt aber früher, es sei darunter D. barbatus Lin. gemeint.

Wenn die Artbastarde durch Selbstbestäubung Samen zu bilden vermögen, so vermindert sich bei fortgesetzter Selbstbestäubung meistens ihre Fruchtbarkeit von Generation zu Generation. Sie werden früher oder später gänzlich steril, die einen schon in der 2. und 3., die fruchtbarsten in der 9. bis 10. Generation. Doch giebt es auch Speciesbastarde, deren Fruchtbarkeit in der ersten Generation vermindert ist, in der zweiten und den folgenden Generationen aber wieder zunimmt, wie diess z. B. bei dem Bastarde von Dianthus barbatus Lin. und D. chinensis Lin. beobachtet wurde. Die Sexualorgane gewisser Artbastarde können also im Verfolg der Generationen wieder stärker werden, woraus wohl geschlossen werden darf, dass sie eine eben so vollkommene Beschaffenheit zu erreichen im Stande sind, wie sie sie bei den Stammeltern haben. — Diess wird auch ausdrücklich von Herbert angegeben, welcher in mehreren Fällen die Artbastarde ebenso fruchtbar fand als ihre Stammarten, und zwar auch bei einigen Pflanzen, wo Gärtner wahrscheinlich wegen weniger günstiger Kultur eine verminderte Fruchtbarkeit beobachtete.

Die Varietätenbastarde zeichnen sich vor den Artbastarden im Allgemeinen durch eine grössere Fruchtbarkeit aus. Dieselbe kann in der ersten Generation geschwächt sein und in den folgenden zunehmen, wie ich es eben für einige Speciesbastarde angegeben habe. Diess ist der Fall bei den Abkömmlingen von Varietäten, die weiter von einander entfernt sind und eine grössere Constanz erlangt haben. Die Varietätenbastarde können aber auch schon in der ersten Generation an Fruchtbarkeit die Eltern übertreffen.

Aus den angeführten Thatsachen geht zur grössten Evidenz hervor, dass es in der Fruchtbarkeit der hybriden Formen eine allmähliche Abstufung giebt, und dass sich in dieser Beziehung zwischen Varietätenbastarden und Speciesbastarden keine scharfe Grenze ziehen lässt. Man hat zwar

an verschiedenen Stellen diese Grenze festzustellen versucht, jedoch ohne günstigen Erfolg.

Es war und ist zum Theil jetzt noch eine beliebte Annahme, dass die Artbastarde keine Samen hervorbringen können. Man beruft sich dabei gewöhnlich auf Kölreuter; allein weder dieser Beobachter noch irgend ein anderer, der sich mit Bastardirungsversuchen abgegeben, hat eine so unhaltbare Ansicht ausgesprochen. Kölreuter sagt bloss, dass die Varietätenbastarde vollkommene Fruchtbarkeit besitzen, die Artbastarde dagegen entweder ganz unfruchtbar, oder doch weniger fruchtbar als die Stammeltern seien. Was die letztere Unterscheidung betrifft, so haben die spätern Versuche, in welchen die Samen abgezählt wurden, dargethan, dass es einen allmählichen Uebergang von den Varietätenbastarden zu den Artbastarden giebt. Wenn das Vermögen, Samen hervorzubringen, den Speciesbastarden mangelte oder ihnen nur in beschränktem Maasse zukäme, so müsste man z. B. Dianthus superbus Lin. und D. barbatus Lin., D. barbatus Lin. und D. chinensis Lin., D. arenarius Lin. und D. chinensis Lin., D. Armeria Lin. und D. deltoides Lin., Geum urbanum Lin. und G. rivale Lin. je in eine Art vereinigen; denn die hybriden Verbindungen derselben zeichnen sich durch grosse Fruchtbarkeit aus. Eine solche Reform der Pflanzenspezies dürfte wohl keinem Botaniker einfallen, um so weniger, als die Grenze zwischen Varietät und Art ebenso schwankend und unbestimmt bliebe als sie es jetzt ist. Wollte man gar, um eine besser deffinirte Grenze zu erhalten, alle Hybriden, welche durch Selbstbestäubung keimfähige Samen erzeugen, als Varietätenabkömmlinge erklären, so müsste man ganze Gattungen und Gattungssektionen zu Arten degradiren.

Eine andere Theorie beschränkt die Speciesbastarde auf die Unfruchtbarkeit der männlichen Organe. Dieselbe

wurde zuerst von Knight ausgesprochen, aber schon von seinem Landsmanne Herbert bestritten und widerlegt. Knight selbst musste schliesslich zugestehen, dass ein Bastard des Pfirsich- und Mandelbaums, der während 3 Jahren nur unvollständige Blüthen trieb, im vierten Jahr vollkommene Blüthen und reichlichen Blüthenstaub hervorgebracht habe. Er fügte bei, dass er keine Ursache hätte, an der Fruchtbarkeit dieses Blüthenstaubs zu zweifeln. In neuerer Zeit hat Klotzsch (Bericht über d. Verhandl. d. k. preuss. Ak. d. Wiss. 1854 p. 535) mit grossem Eifer die Theorie von Knight verfochten, dabei die Unvorsichtigkeit von dessen eben erwähntem Geständniss getadelt und den Grund, warum er in England keine Zustimmung gefunden, in dem Umstand gesucht, dass sein Gegner Herbert, der die Fruchtbarkeit der Bastarde behauptete, ein Geistlicher war. Dagegen hielt Klotzsch es nicht der Mühe werth, der Hunderte von Beispielen zu erwähnen, in welchen schon Kölreuter sowie Spätere namentlich Gärtner von den Speciesbastarden Blüthenstaub erhielten, den sie zur Befruchtung benutzen konnten, noch auch die daraus sich ergebende Consequenz zu erörtern, dass man die Arten ganzer Gattungen und selbst verschiedener jetziger Gattungen spezifisch vereinigen müsste.

Eine mehr beachtenswerthe Theorie ist von Gärtner aufgestellt worden. Die Artbastarde sollen nach ihm darin sich auszeichnen, dass sie, wenn auch im Anfange noch so fruchtbar, bei der Selbstbestäubung in den folgenden Generationen an Fruchtbarkeit abnehmen und zuletzt aussterben. Ich kann jedoch diesem allgemeinen Ausspruche, der mehrfach wiederholt wird, keine ausschliessliche Gültigkeit beimessen, da Gärtner selbst sagt: „Wir haben aber auch bemerkt, dass bei einigen fruchtbaren Bastarden die Fruchtbarkeit durch die künstliche Befruchtung mit dem

eigenen Pollen[8]) in der zweiten, dritten und den weiteren Generationen wieder zugenommen hat, z. B. bei dem Dianthus chinensi-barbatus, indem die organische Beschaffenheit und die Potenz der männlichen Organe durch diese wiederholten Zeugungen nach und nach wieder vervollkommnet wird.“ Dieses Zeugniss scheint mir um so wichtiger, als Gärtner die Verschiedenheit von Art und Varietät durch die angeführte Theorie zu retten versuchte. Ich bemerke noch, dass die Bastarde nur unter Umständen, welche sehr ungünstig auf ihre Fruchtbarkeit wirken mussten, gezogen wurden. Um sie vor der Bestäubung durch andere Pflanzen zu bewahren, wurden sie meist in Töpfe gepflanzt und im Zimmer gehalten. Wenn man Stöcke von reinen Arten so behandeln und durch 9—10 Generationen immer nur mit sich selbst befruchten wollte, so ist 100 gegen 1 zu wetten, dass viele derselben ebenfalls an Fruchtbarkeit abnehmen und zuletzt aussterben würden (vgl. §. 4). Wenn trotz dieser ungünstigen Verhältnisse bei einzelnen Artbastarden die Fruchtbarkeit durch mehrere Generationen sich vermehrte, so müssen wir annehmen, dass sie an Fruchtbarkeit den reinen Arten nicht nachstehen und dass sie zu einer Dauer und Constanz gelangen können, die derjenigen der Arten gleichkommt.

4. Die Regel, dass die sexuelle Affinität um so grösser sei, dass also die hybride Befruchtung um so leichter erfolge und um so zahlreichere Samen gebe, dass ferner die aus ihr entsprungenen Bastarde bei der Selbstbestäubung um so fruchtbarer seien, je näher die Stammformen äusserlich und innerlich verwandt sind, gilt nur bis zu einer gewissen Grenze,

---

8) Diese gesprengt gedruckten Worte sind in derselben Weise von Gärtner selbst hervorgehoben.

innerhalb deren die Fruchtbarkeit in beiden Beziehungen abnimmt. Die Selbstbestäubung des Individuums scheint in der Regel weniger Samen und aus den Samen Pflanzen mit geringerer Fruchtbarkeit und Vegetationskraft zu geben, als die Bestäubung durch ein anderes Individuum. Ebenso ist die Begattung innerhalb der nämlichen Varietät für das Wachsthum und die Samenbildung meist weniger günstig als die Kreuzung mit einer nahe verwandten Varietät.

Es ist schwerer, diesen Grundsatz durch Thatsachen zu beweisen, als die in §. 2 und 3 ausgesprochenen, weil Niemand darüber direkte Versuche angestellt hat, und weil man daher bloss durch einzelne zufällig gemachte Beobachtungen etwas darüber weiss. Niemand hat während mehreren successiven Generationen die Selbstbestäubung des Individuums veranlasst. Man kennt aber den nachtheiligen Einfluss von fortgesetzten allzunahen Heirathen beim Menschen; und dass diese Analogie auch für das Gewächsreich gelte und dass hier Aehnliches stattfinde, dafür sprechen einige merkwürdige Thatsachen.

Bei Parietaria können sich die hermaphroditischen Blumen, wie Schkuhr und Treviranus gezeigt haben, nicht selbst bestäuben; sie müssen durch den Pollen von anderen Blumen befruchtet werden. Es verhält sich mit ihnen, wie mit den hermaphroditischen Schnecken, die sich nicht selbst befruchten.

Es sind einige Pflanzen bekannt, bei denen der eigene Pollen nicht zu befruchten vermag, obgleich er vollkommen ausgebildet und potent ist, wogegen der Blüthenstaub eines andern Individuums oder selbst einer andern Art Befruchtung bewirkt. So konnte, wie Gärtner beobachtete, Lobelia fulgens Willd. sich nicht selbst befruchten, wiewohl beide Sexualorgane in zeugungsfähigem Zustande sich befanden;

denn ihr Pollen befruchtete die Ovula von L. syphilitica Lin. sowie von L. cardinalis Lin., und ihre Ovula wurden von dem Blüthenstaub dieser beiden Arten befruchtet. — Nach demselben Beobachter befruchtete ein Exemplar von Verbascum nigrum Lin. nicht sich selbst; es wurde aber von V. austriacum Schott ziemlich vollständig befruchtet, und sein Pollen befruchtete die Ovarien von V. Thapsus Lin. An andern Arten von Verbascum wurde die nämliche Erfahrung gemacht. So beobachtete schon Kölreuter, dass vier Stöcke von Verbascum phoeniceum Lin. in einer grossen Menge von Blüthen, die mit eigenem Pollen künstlich bestäubt wurden, nicht einen einzigen Samen ansetzten, während die nämlichen Pflanzen sich durch Verbascum Lychnitis Lin., V. phlomoides Lin., V. nigrum Lin. und V. Blattaria Lin. leicht befruchten liessen.

Gärtner bestäubte ferner 68 Blüthen von Tropaeolum majus Lin. mit eigenem Pollen; nur 2 derselben bildeten spärliche Samen. Von 16 Blüthen derselben Pflanze, die mit Pollen von T. minus Lin. bestäubt wurden, gaben 5, und von 10 Blüthen des T. minus, die mit Pollen von T. majus bestäubt wurden, gaben 8 spärliche Samen.

Nach den Beobachtungen von Herbert wurde Amaryllis carinata Spr. nicht durch den eigenen Blüthenstaub, wohl aber durch denjenigen von A. tubispatha Herit. befruchtet. Aehnliches berichtet er von anderen Amaryllis-Arten und von Arten der Gattung Crinum. — Verschiedene Beobachter bezeugen, dass mehrere Arten von Passiflora, wenn man sie sich selbst überlässt oder durch den eigenen Pollen künstlich bestäubt, keine oder spärliche Samen bilden. Mit dem Pollen verwandter Arten bestäubt, setzen sie reichlichere Früchte an, und ihr eigener Pollen vermag ebenfalls andere verwandte Arten zu befruchten.

Diese Beispiele zeigen deutlich, dass auch bei den Pflanzen die Abneigung gegen die Selbstbefruchtung oder gegen

die Befruchtung durch ein Individuum der gleichen Form sehr gross sein kann. Denn sie ist grösser als die Abneigung gegen die Vermischung mit einer nahestehenden Species. Dass überhaupt eine allzustrenge Inzucht eine weniger fruchtbare und schwächlichere Nachkommenschaft zur Folge hat, ist die allgemeine Ansicht der Pflanzen- und Thierzüchter. Desswegen wird zur Kräftigung einer Race hin und wieder fremdes Blut in dieselbe eingeführt. Die Kreuzung von zwei nahestehenden Varietäten derselben Art giebt meist eine grössere Menge von Samen als die Befruchtung der einen oder andern Varietät durch sich selbst: dessgleichen sind die aus solchen Kreuzungen hervorgegangenen Bastarde fruchtbarer als die Individuen der reinen Varietäten.

Die strenge Inzucht, wozu die in den botanischen Gärten gezogenen Pflanzen häufig verurtheilt sind, dürfte eine der Ursachen sein, warum manche Arten aus dem Betriebe derselben mit der Zeit verschwunden sind. Es ist sehr fraglich, ob Victoria regia sich auf die Dauer in unseren Aquarien wird halten können, wenn nicht von Zeit zu Zeit Samen aus dem Vaterlande geholt werden.

Lecocq giebt an, dass die Kreuzung verschiedener Individuen der nämlichen Varietät von Mirabilis kräftigere Pflanzen gebe, als die Selbstbefruchtung.

5. Wenn gleichzeitig verschiedene Arten von Blüthenstaub auf die Narbe gelangen, so wirkt allein derjenige befruchtend, welcher die grösste sexuelle Affinität hat. Die Anwesenheit von Pollen der gleichen Species schliesst daher in der Regel die hybride Befruchtung durch andere Species aus. Dagegen kann der Pollen einer andern Varietät der gleichen Art sehr leicht die Selbstbefruchtung verhindern. Dieses Ausschliessungsvermögen ist nur so lange wirksam, als eine Befruchtung nicht stattgefunden hat. — Da die Conception durch Pollen

von geringerer Affinität langsamer erfolgt, so kann Pollen von stärkerer Affinität, der etwas später zutritt, neben jenem wirksam werden, und das Vorhandensein von zweierlei Samen in einer Frucht veranlassen.

Es ist selbstverständlich, dass ein Ovulum nur von einem einzigen Pollenschlauch befruchtet wird, und dass die früher von Einigen gehegte Ansicht, es könne der Keim im Samen das Produkt von mehreren Pollenkörnern sein, ins Reich der Fabeln gehört.

Alle künstlichen Bastardirungsversuche haben dargethan, dass wenn man die Narben einer Blüthe gleichzeitig mit eigenem Pollen und mit demjenigen anderer Arten bestäubt, nur Pflanzen der eigenen Art gebildet werden. Und zwar macht die kleinste Quantität des eigenen Blüthenstaubs die grösste Menge von fremdem unwirksam. Eine Ausnahme findet nur dann statt, wenn eine Pflanze eine grosse Abneigung gegen die Selbstbefruchtung hat (§. 4). Ebenso entsteht, wenn eine Blüthe mit Pollen von verschiedenen Arten bestäubt und der eigene ausgeschlossen wird, nur eine Bastardart.

Kommen verschiedene Arten von Blüthenstaub ungleichzeitig auf eine Narbe, so ist der spätere immer unwirksam, insoferne er nicht einer grösseren Affinität entspricht. Ist der nachträglich zutretende Pollen näher verwandt, so kann er nur wirken. insoferne die Befruchtung durch den entfernterverwandten nicht schon eingetreten ist, wofür bei einzelnen Pflanzen nur eine sehr kurze Frist erfordert wird. Bastardbefruchtung kann bei Nicotiana schon nach 2 Stunden, bei Malva und Hibiscus nach 3, bei Dianthus nach 5—6 Stunden nicht mehr durch den eigenen Pollen verhindert werden.

Wir müssen uns diess folgendermassen erklären. Während die Pollenkörner auf der Narbe in Schläuche auswachsen und diese Schläuche durch den Griffelkanal in die Frucht-

knotenhöhlung und zu den Eichen wandern, gehen Veränderungen in den letztern vor sich. Ihre Keimbläschen sind bei der Ankunft der Pollenschläuche auf die Befruchtung vorbereitet. Tritt letztere nicht ein, so geht die Conceptionsfähigkeit in Folge der eingetretenen Veränderung dennoch verloren. Kommen nun wenig Pollenkörner von grösserer und viele von geringerer Affinität gleichzeitig auf die Narbe, so legen die Pollenschläuche jener den Weg in kürzerer Zeit zurück, und befruchten die entsprechende Zahl Ovula; die übrigen, welche ebenfalls vorbereitet waren, sind dann bei der späteren Ankunft der Pollenschläuche von geringerer Affinität nicht mehr conceptionsfähig. Daher wirkt von mehreren gleichzeitig bestäubenden Pollenarten immer nur die, welche der grössten Verwandtschaft entspricht, auch wenn sie in einer für die Zahl der Ovula ungenügenden Zahl vorhanden ist.

Daraus folgt auch, dass nur Pollen, welcher zur Zeit der gehörigen Entwicklung der weiblichen Organe auf die Narbe kommt, befruchtend wirken kann, und dass aller später zutretende Blüthenstaub unwirksam bleibt. Es giebt nur einen Fall, wo diese Regel eine Ausnahme erfährt. Wenn Pollen von geringer Affinität allein auf die Narbe gelangt, so dringen dessen Schläuche langsam durch den Griffelkanal hinunter. Kommt dann ein wenig später Pollen von grösserer Verwandtschaft (z. B. der eigenen Art) auf die Narbe, so können seine schneller wachsenden Schläuche gleichzeitig mit den vorigen das Ziel erreichen, und es kann ein Theil der Ovula von dem ersten, ein anderer Theil von dem zweiten Pollen befruchtet werden. Es hängt also von sehr bestimmten Verhältnissen der Bestäubungszeiten ab, ob aus einer Blüthe sich nur eine oder zwei Arten von Samen (d. h. Samen von gleicher oder verschiedener männlicher Abstammung) bilden.

6. Die eigenthümliche Wirkung des männlichen Stoffes trifft ausschliesslich das von demselben befruchtete Keimbläschen, und giebt sich daher bloss an dem (im Samen enthaltenen) Embryo und an der daraus erwachsenden Pflanze kund. Die nach der Befruchtung erfolgende Veränderung der Blüthentheile, die Frucht- und Samenbildung ist die nämliche, ob das bestäubende Individuum so oder anders beschaffen ist. Letzteres vermag überhaupt nichts an den systematischen Merkmalen des bestäubten Individuums zu ändern. Die erfolgte hybride Befruchtung kann also nicht schon an der Mutter, sondern erst am Kinde wahrgenommen werden.

Dieser Grundsatz ist durch die künstlichsten Bestäubungen ausnahmslos erwiesen. Alle Veränderungen in der Blüthe, welche auf die Conception folgen, das Welken der Blumenkrone, die Vergrösserung des Kelches, die Ausbildung des Ovariums zur Frucht und der Ovula zu den Samen treten in ganz gleicher Weise ein, die Früchte und Samen sind äusserlich und innerlich ganz gleich beschaffen, ob die Befruchtung durch den Blüthenstaub der eigenen oder einer fremden Art und Varietät erfolgte. Bloss der Keimling, aus dem in der Folge die neue Pflanze sich entwickelt, hat je nach der Natur des Vaters andere Anlagen erhalten.

Gegenüber diesen bestimmten Thatsachen müssen sowohl die älteren gegentheiligen Annahmen als auch ähnliche noch immer bestehende Vermuthungen und unbestimmte Angaben von Gärtnern, Landwirthen und z. Th. auch von Botanikern zurückgewiesen werden. Durch die hybride Befruchtung wird nicht die weibliche Pflanze, sondern nur der Bastard, nicht die Mutter, sondern nur das Kind affizirt. Wir lesen nicht ohne einige Heiterkeit von einem Apfel, der auf der einen Seite süss, auf der andern sauer und nach dem Kochen zur

Hälfte weich und zur Hälfte hart gewesen sein soll, und dessen Ursprung von einer hybridbefruchteten Blüthe abgeleitet wurde. Hat der Apfel wirklich existirt, so war gewiss sein Ursprung ein ganz anderer.

Die Angaben, dass nebeneinander stehende Obstbäume, Getreidearten und andere Kulturgewächse durch gegenseitige Bestäubung sich etwas von ihren Eigenschaften mittheilten, dass die in den botanischen Gärten nebeneinander gepflanzten Perennien gegenseitig einen verändernden Einfluss ausübten und dass dadurch Modifikationen der Kulturexemplare abzuleiten wären, verdienen keine bessere Beurtheilung als jener Apfel, wenn sie auch unsern Glauben etwas harmloser in Anspruch zu nehmen scheinen.

7. Der aus der Vermischung von zwei verschiedenen elterlichen Formen entsprungene Bastard steht in seinen systematischen Merkmalen zwischen denselben. Meistens hält er ziemlich die Mitte; seltener hat er von einer derselben einen überwiegenden Antheil empfangen, so dass er ihr ähnlicher sieht als der andern elterlichen Form. Letzteres tritt bei den Varietätenbastarden auffallender hervor als bei den Artbastarden.

Abgesehen hievon giebt sich der Einfluss der hybriden Zeugung auf doppelte Art kund; entweder stellt jedes Merkmal eine mittlere Bildung dar, oder ein Theil der Merkmale nähert sich der einen, ein anderer der andern Stammform. Im letztern Falle findet die Scheidung oft in der Weise statt, dass die vegetativen Organe (Stengel und Blätter) mehr der einen, die reproduktiven (Blüthen und Früchte) mehr der andern elterlichen Form entsprechen. Im Allgemeinen gehen die Merkmale um so eher unverändert auf den Bastard über, je unwesentlicher sie sind; sie stellen dagegen in Folge von gegensei-

tiger Durchdringung um so eher Mittelbildungen dar, je wichtiger und constanter sie sind. Daher finden wir die elterlichen Charaktere in den Artbastarden eher fusionirt, in den Varietätenbastarden mehr unvermittelt neben einander.

Ob die eine oder andere Stammform bei der Zeugung als Vater mitwirkte, drückt sich in den Merkmalen des Bastards entweder gar nicht oder nur in sehr unbedeutendem Maasse aus. Dagegen bewirkt die Auswechslung von Vater und Mutter eine Modification der innern Eigenschaften des Bastards, welche in der ungleichen Fruchtbarkeit desselben und in der ungleichen Tendenz zum Variiren bei seinen Nachkommen offenbar wird.

Die Aehnlichkeit des Bastards mit den beiden erzeugenden Pflanzenformen ist von verschiedenen Forschern in der abweichendsten Form aufgefasst worden. Diess wird aus zwei Gründen sehr begreiflich. Einmal haben nicht alle Merkmale der Pflanze einen gleichen Werth; der eine Beobachter legt mehr Gewicht auf dieses, der andere auf jenes Merkmal, je nach dem theoretischen Standpunkt, den er bei der Beurtheilung einnimmt. Ferner gestattet die sinnliche Wahrnehmung selbst einen ziemlich weiten Spielraum für abweichende individuelle Ansichten. Dem einen Beobachter fällt mehr dieses Merkmal auf, während jenes zurücktritt; bei dem andern ist das Entgegengesetzte der Fall. Selbst für das nämliche Merkmal kann die Schätzung bei Vergleichung mit den Stammformen durch verschiedene Individuen ungleich ausfallen. — Diese subjectiven Abweichungen betreffend die theoretische Beurtheilung und die sinnliche Wahrnehmung sind immer in Anschlag zu bringen, wenn wir die Angaben der Experimentatoren kritisch prüfen.

Vor allem aus muss die von den früheren Forschern festgehaltene Ansicht, dass zwei befruchtende Arten zugleich

ihre Eigenschaften auf die neue Pflanze übertragen können, aufgegeben werden (vgl. §. 5). Der Bastard kann nicht, wie Sageret meinte, zwei Väter haben. Es ist daher nicht möglich, dass, wie Kölreuter glaubte, je nach der verschiedenen Mischung des fremden mit dem eigenen Pollen auch verschiedene Grade der „Tinktur", wie er es nannte, erfolgen, d. h. dass die ausschliessliche Einwirkung des fremden Pollens den reinen Bastard, abgestufte Beimengungen von eigenem Pollen dagegen ebenso viele Mittelstadien zwischen demselben und der Mutter hervorbringen. Ebenso wenig ist es möglich, dass nach der Annahme Wiegmann's und Herbert's bei Ausschluss des eigenen Pollens der fremde je nach seiner Menge mehr oder weniger vollkommen einwirke, wobei nur die vollkommenste Einwirkung den reinen Bastard, minder vollkommene Einwirkungen aber Mittelglieder zwischen demselben und der Mutter erzeugten. Die grössere oder geringere Menge des Blüthenstaubs, die Reinheit desselben oder seine Vermischung mit anderem Blüthenstaub kann keinen Einfluss auf die Beschaffenheit des Embryo's haben, weil dieser immer das Produkt des Keimbläschens und eines einzigen, aber auch eines vollständigen Pollenkorns ist.

Die zwei Fragen, auf die es rücksichtlich der Vererbung der Merkmale bei der Bastardbildung ankommt, sind 1) wie verhalten sich die väterliche und die mütterliche Pflanze und 2) wie verhalten sich die beiden sich bastardirenden Arten zu einander?

Rücksichtlich des männlichen und weiblichen Einflusses bei der Befruchtung glaubte man früher, dass nothwendig irgend ein gegensätzliches Moment Platz greifen müsse. Daher die Theorie von Linné, dass die äussern Merkmale wie die Blätter, die Rindengebilde u. s. w. vom Vater, die innern Eigenschaften oder die Fructification von der Mutter herstammen; die Theorie der spätern Systematiker, dass

die Reproductionsorgane wie Blüthenstand, Blüthe, Frucht dem Vater, die vegetativen Organe dagegen wie Wurzel, Stengel und Blätter der Mutter ähnlich seien; die Ansicht von Schiede und Andern, dass der Bastard mehr vom Vater, die Ansicht von Bernhardi und Andern, dass er mehr von der Mutter geerbt habe.

Von besonderer Wichtigkeit und auch allein entscheidend sind in dieser Beziehung die wechselseitigen Bastardirungen oder die sogenannten „Kreuzungen"[9]) wie sie Kölreuter und Gärtner in grösserer Zahl ausgeführt haben. Von zwei Arten A und B wurden einmal A durch B, und ferner B durch A befruchtet, so dass man also zwei Bastarde von der Form B A und A B erhielt. Diese beiden Formen waren in den meisten Versuchen von Kölreuter und von Gärtner einander so gleich, dass eine Verschiedenheit nach der Abstammung nicht zu erkennen war. Bei andern Pflanzen jedoch zeigte sich eine geringe Abweichung, seltener in der Form und Substanz der Blätter, häufiger in der Gestalt und Farbe der Blüthen, wodurch B A sich bestimmt von A B unterscheiden liess. Ein allgemeines Prinzip spricht sich aber dabei nicht aus, und es lässt sich der specifische Einfluss des Vaters und der Mutter nicht bestimmen.[10])

---

9) Gärtner braucht das Wort Kreuzung ausschliesslich in der oben bezeichneten Bedeutung. Der allgemeine Sprachgebrauch dagegen hält es mit Bastardirung synonym. Um Missverständnisse zu vermeiden, bediene ich mich des Ausdrucks wechselseitige Bastardirung, wo es sich um die Erzeugung von zwei Bastarden von der Form A B und B A handelt.

10) Wiederholt hat Regel, der so manche schöne Bastardirung ausgeführt hat, die Theorie ausgesprochen, dass die Bastarde, in denen Arten verschiedener Gattungen sich vereinigt haben, den Gattungstypus der Pflanze annehmen, die den Pollen lieferte. Er stützt sich dabei auf die Versuche, welche er mit Gessneriaceen-Gattungen, ferner mit Aegilops und Triticum angestellt hat. Ich

Damit möchte ich nicht behaupten, dass ein solcher verschiedener Einfluss nicht wirklich bestehe. Die Thierbastarde (Maulthier und Maulesel) weisen ebenfalls darauf hin, und es wurde früher schon hervorgehoben, wie ungleich die sexuelle Affinität sein kann, wenn A oder wenn B als männliche Pflanze functionirt (§. 2). Daher ist es a priori wahrscheinlich, dass innerhalb gewisser Grenzen der Vater immer einen andern Einfluss auf die innere (chemisch-physikalische) Constitution des Keimlings hat, als die Mutter. Aber derselbe drückt sich nicht deutlich in den äusseren Merkmalen aus, oder wir sind wenigstens noch nicht im Stand, ihn hier zu erkennen. Dass er wirklich vorhanden sei, wird durch die ungleiche Fruchtbarkeit der wechselseitigen Bastarde und durch das Verhalten ihrer ferneren Generationen bewiesen, welche eine ungleiche Neigung zum Variiren haben.

---

vermisse aber das einzige Criterium, welches zu dieser Annahme berechtigte, nämlich die wechselseitige Bastardirung der beiden Gattungen. Angenommen, es hätte wirklich der Bastard, welcher aus der Befruchtung von Aegilops durch Pollen von Triticum erhalten wird, die Gattungsmerkmale von Triticum, so wäre noch zu entscheiden, ob er diess der Einwirkung des Vaters oder dem typischen Einfluss von Triticum verdanke. Der einzige Versuch, der darüber Aufschluss gäbe, wäre die Befruchtung von Triticum durch Aegilops. Wenn die Theorie von Regel wirklich Grund hätte, so müsste die letztere Verbindung den Gattungstypus von Aegilops zeigen, und überhaupt von dem erstgenannten wesentlich verschieden sein. Wir müssen hieran zweifeln, bis der faktische Beweis vorliegt. Alle Versuche von Kölreuter, Gärtner und Wichura sprechen dagegen. Der erstere spricht wiederholt aus, dass die Bastarde A B und B A sich so ähnlich sehen „wie ein Ei dem andern“. Gärtner sagt ebenfalls, dass die geübtesten Kenner sie nicht zu unterscheiden vermöchten, und führt als ein „sehr charakteristisches Beispiel“ den Bastard von zwei Gattungen an, nämlich von Silene viscosa Pers. une Lychnis diurna Sibth.

Die ungleiche Fruchtbarkeit der wechselseitigen Bastarde AB und BA steht im Zusammenhang mit der verschiedenen sexuellen Affinität, welche die männlichen Organe A zu den weiblichen B und die weiblichen Organe B zu den männlichen A haben. In den Versuchen Gärtner's gaben 44 Blüthen von Nicotiana rustica Lin., welche durch N. paniculata Lin. befruchtet wurden, 38 Kapseln jede mit einer mittelmässigen Menge von Samen. Dagegen gaben 62 Blüthen von N. paniculata, bestäubt mit dem Pollen von N. rustica, nur 17 Kapseln und diese mit spärlichen Samen. Der Bastard N. paniculato-rustica (worin N. paniculata als Vater, N. rustica als Mutter vertreten ist) entspricht also der grössern, N. rustico-paniculata der geringern sexuellen Affinität. Jener ist nach Gärtner's Angabe fruchtbarer, als dieser.

Ich werde später (§. 9) von dem Variiren der Bastarde sprechen, und erwähne hier nur, dass A B und B A, obgleich sie äusserlich von einander nicht zu unterscheiden sind, doch in ihrer Nachkommenschaft sich verschieden verhalten können. Wären A B und B A wirklich identisch, so müssten bei Selbstbestäubung auch ihre folgenden Generationen identisch sein. Nun geschieht es aber zuweilen, dass A B geneigter ist, Varietäten zu bilden, als B A. So ist nach Gärtner die Nachkommenschaft von Digitalis purpureo-lutea variabler als diejenige von D. luteo-purpurea, diejenige von Dianthus pulchello-arenarius variabler als von D. arenario-pulchellus etc. Weitere Thatsachen betreffend die Verschiedenheit der wechselseitigen Bastarde mit Rücksicht auf Fruchtbarkeit und Variabilität der Nachkommenschaft werde ich bei den zusammengesetzten Bastarden in der folgenden Mittheilung anzuführen Gelegenheit haben.

Was den Einfluss der beiden Stammformen betrifft, so scheint derselbe bald vollkommen gleich zu sein, und der

Bastard genau die Mitte zwischen ihnen zu halten; — bald wirkt die eine bei dem Zeugungsakt mit grösserer Energie und der Bastard wird ihr etwas ähnlicher, als der andern Stammform. — Die letztere Thatsache hat zu den unrichtigen Deutungen Veranlassung gegeben, es erbe der Bastard mehr von dem Vater oder von der Mutter, oder es habe bei seiner Erzeugung eine grössere oder geringere Menge Blüthenstaub mitgewirkt, oder es seien die Sexualorgane der einen oder andern elterlichen Pflanze in einem geschwächten Zustande gewesen. Die Unrichtigkeit aller dieser Theorieen wird durch die Thatsache widerlegt, dass wenn der Bastard A B eine grössere Aehnlichkeit mit B hat, diese grössere Aehnlichkeit auch der umgekehrten Verbindung B A zukommt. Hier übte also B einen überwiegenden oder typischen Einfluss aus. Diess liegt offenbar in der spezifischen Natur von A und B und lässt sich nicht weiter erklären.

Mit Unrecht, wie mir scheint, hat Wichura neuerdings die Möglichkeit des typischen Einflusses einer der beiden Stammformen bestritten. Er stützt sich auf die Thatsache, dass bei den Salices die Bastarde immer genau mittlere Bildungen seien, und vermuthet, man könnte sich in der Schätzung der Aehnlichkeit bei andern Gattungen geirrt haben. Es ist nun ein sehr missliches Ding, sich über die Glaubwürdigkeit und Urtheilsfähigkeit Anderer zu streiten. Wir müssten sie jedenfalls gering anschlagen, wenn Alles, was besonders von Kölreuter und Gärtner über die stärkere Einwirkung einzelner Arten berichtet wird, ins Gebiet der Täuschungen gehören sollte[11]). Doch kann ich um

---

11) Damit will ich keineswegs sagen, dass Alles was von den verschiedenen Experimentatoren in dieser Beziehung angeführt wurde, auf Treu und Glauben anzunehmen sei. Denn es ist darin wirklich das Unglaubliche geschehen. Man hat durch künstliche Bestäubung

so eher über diese Frage hinweggehen, als es eine Thatsache giebt, welche für einzelne Fälle einen mathematischen Beweis liefert.

Die Speciesbastarde werden durch wiederholte Befruchtung mit einer der beiden Stammarten in diese zurückgeführt. Hält ein Bastard genau die Mitte, so bedarf es einer gleichen Zahl von Generationen, um ihn in die eine oder andere Stammart zu verwandeln; durchschnittlich werden dazu 5 Generationen erfordert. Hält er nicht die Mitte, so langt er nach einer geringern Zahl von Generationen bei der Species mit dem überwiegenden Einfluss an. Gärtner führt mehrere Beispiele an, wo der Bastard A + B eine Generation weniger bedurfte, um in A als um in B überzugehen. Bei einzelnen betrug die Differenz 2 Generationen. Der Bastard von Dianthus chinensis Lin. und D. Caryophyllus Lin. verwandelte sich bei wiederholter Befruchtung mit D. Caryophyllus nach der 3. bis 4. Generation in D. Caryophyllus, bei wiederholter Befruchtung mit D. chinensis nach der 5. bis 6. Generation in D. chinensis. Ebenso gieng der Bastard von Dianthus barbatus Lin. und D. superbus Lin. nach der 3. bis 4. Generation in D. superbus, nach der 5. bis 6. Generation in D. barba-

zwischen weit verschiedenen Arten der gleichen Gattung oder zwischen verschiedenen Gattungen Bastarde erhalten haben wollen, wo eine hybride Befruchtung unmöglich ist. Man hat dabei leichte Abweichungen oder auch zufällige Abnormitäten, die durch Selbstbefruchtung entstanden waren, für die Bastarde angesehen. Aber wenn sich auch Einzelne durch ein völlig kritikloses Verfahren solcher grober Täuschungen schuldig machten, dürfen wir dasselbe nicht bei allen Forschern voraussetzen, namentlich nicht bei Kölreuter und Gärtner, welche sich des Grundsatzes, dass der Bastard eine nahezu mittlere Bildung sein müsse, vollkommen bewusst waren.

tus über[12]). Diess ist ein unwiderleglicher Beweis, dass Dianthus Caryophyllus gegenüber von D. chinensis und Dianthus superbus gegenüber von D. barbatus bei der hybriden Befruchtung einen überwiegenden Einfluss auszuüben vermag. — Ich werde bei den zusammengesetzten Bastarden noch ausführlicher auf diesen Punkt zurückkommen, und nachweisen, wie sich der verhältnissmässige Antheil berechnen lässt, den zwei Arten an der Bildung eines Bastards haben. Für einige extreme Fälle verhält sich ihr Einfluss wie 1 : 2, für andere wie 1 : $^{3}/_{2}$, 1 : $^{4}/_{3}$ u. s. w.

Wenn es sicher ist, dass bei der Bastardbildung in einzelnen Fällen die eine Stammform sich wirksamer betheiligt als die andere, so lässt sich mit Grund fragen, ob jemals der Bastard von seinen Eltern mathematisch gleich viel erbe, ob nicht immer die eine oder andere elterliche Form ein Uebergewicht habe. Diess ist allerdings wahrscheinlich; allein es mangeln noch die Thatsachen, welche die Frage in der einen oder andern Richtung entscheiden könnten.

Die Merkmale der Stammformen werden in der Regel so auf den Bastard übergetragen, dass in jedem einzelnen sich der beiderseitige Einfluss kundgibt. Es geht nicht etwa die eine Eigenschaft unverändert von dieser, eine andere unverändert von der andern Stammform über; sondern es findet eine Durchdringung der väterlichen und der mütterlichen Eigenthümlichkeit, eine Vermittlung zwischen ihren Charakteren statt. Diese Regel hat um so uneingeschränktere Gültigkeit, je weiter die sich bastardirenden Stammformen von einander entfernt und je wichtiger und constanter die betreffenden Merkmale sind. Bei den Speciesbastarden findet daher eine vollständigere und allseitigere Vermittelung statt

---

12) Der ursprüngliche Bastard wurde als erste Generation angenommen.

als bei den Varietätenbastarden, bei unwesentlichen Eigenschaften (Farbe, Behaarung etc.) weniger als bei andern.

In dieser Weise dürften sich die widersprechenden Ansichten der Experimentatoren erklären. Es wurde hier, wie in allen übrigen Gebieten der Lehre von der Bastardbildung, der Fehler begangen, dass man von den wenigen und einseitigen Erfahrungen, die man selbst gemacht hatte, allgemeine Regeln ableitete, ohne die zahlreichen Erfahrungen der übrigen Forscher zu berücksichtigen.

Diejenigen, welche vorzugsweise oder ausschliesslich Varietäten bastardirten oder bei der Beurtheilung der Bastarde ihr Augenmerk auf Varietätsmerkmale richteten, sind der Ansicht, dass die Eigenschaften unverändert übergetragen werden. So sagt Sageret ausdrücklich, es finde in der Regel eine Vertheilung der elterlichen Charaktere im Bastard, nicht eine Fusion derselben statt. Er führt als Analogon an, dass beim Menschen das Kind von allen äussern und innern Eigenschaften (Farbe der Haare und der Augen, Nase, Ohren, Wuchs, geistige und Gemüthsanlagen, Krankheitsanlagen etc.) die einen vom Vater, die andern von der Mutter erbe. Ein Bastard, den Sageret aus der Befruchtung der Cucumis Chate Lin. durch die Cantalupmelone[13]) (Cucumis Melo Cantalupus) mit netzförmiger Schale erhalten hatte, besass gelbes Fruchtfleisch, netzförmige Zeichnung, ziemlich starke Rippen wie der Vater, weisse Samen und sauren Geschmack wie die Mutter. Ein anderer hatte den süssen Geschmack und das gelbliche Fruchtfleisch des Vaters, die weissen Samen und die glatte unberippte Oberfläche der Mutter.

Selbst in den gleichen Organen können die elterlichen Eigenschaften unvermischt neben einander liegen, wie das

---

13) Beide sind nach Naudin Varietäten derselben Art.

vorzugsweise an den Farben der Blüthen auch wohl der Früchte beobachtet wird. Schöne Beispiele sind die gestreiften und getupften Blumenblätter der Bastardvarietäten, die blau- und weissgestreiften Weinbeeren u. s. w.

Die Regel aber ist, dass die Eigenschaften des Vaters und der Mutter sich combiniren und durchdringen, wodurch eine neue eigenthümliche, mehr oder weniger die Mitte haltende Eigenschaft entsteht. Die Art und Weise, wie die Vereinigung erfolgt, lässt sich zum voraus nicht bestimmen. Jedenfalls ist es keine Juxtaposition, wie einige Autoren irrthümlich meinten. Gelbe und blaue Blumen geben nicht eine grüne Farbe, wie man erwartete. — Kölreuter legte die Blumenblätter der väterlichen und mütterlichen Pflanze auf einander und hielt sie gegen das Licht, um zu erfahren, was für eine Farbe der Bastard haben würde. Klotzsch verspeiste einen ausgezeichneten Apfel und eine Birne ersten Ranges zu gleichen Theilen, und da ihm diess nicht munden wollte, so erklärte er, es dürfte sich keineswegs lohnen, den Birnbaum und den Apfelbaum mit einander zu verbinden. Es ist nicht nöthig auszuführen, wie sehr eine solche Methode gegen die Erfahrung und gegen die Grundsätze der Physiologie verstösst.[14])

Daraus dass die väterliche und die mütterliche Eigenthümlichkeit im Bastard sich durchdringen und durch Fusion

---

14) Was die noch unbekannten Birnäpfel oder Apfelbirnen betrifft, so können wir nur mit Sicherheit sagen, dass sie etwas ganz anderes sein würden als Klotzsch vermuthete. Aber von ihrem Geschmack haben wir keine Ahnung. Die Vereinigung wäre einer der schönsten Erfolge der Kultur und müsste bei fortgesetzten Versuchen mit verschiedenen Varietäten gelingen, da die Erfahrungen von Kölreuter und von Gärtner ergeben haben, dass die Varietäten einer Species eine ganz ungleiche sexuelle Verwandtschaft zu einer andern Species haben können.

zu einer mittlern Eigenschaft werden, folgt aber nicht, dass der Antheil von beiden Seiten der gleiche sein müsse. Vielmehr kann jedes einzelne Merkmal des Bastards von der einen oder andern Stammform ein grösseres Maass aufnehmen, und somit ihr ähnlicher werden. Wenn wir uns in diesem Falle etwa so ausdrücken, es habe der Bastard die Blätter von A, die Blüthen von B geerbt, so ist diess nur bildlich aufzufassen, es heisst weiter nichts, als dass Blätter und Blüthen nicht die genaue Mitte halten, sondern sich einer Stammform mehr nähern.

Eine hybride Pflanze, welche von den beiden Stammformen A und B im Ganzen gleich viel geerbt hat, kann entweder in allen ihren Organen zwischen beiden ziemlich genau die Mitte halten, oder sie kann in den einen sich mehr zu A, in den andern mehr zu B hinneigen. Ein anderer Bastard, auf welchen die eine Stammform (A) einen typischen Einfluss ausgeübt hat, kann entweder in allen Merkmalen eine gleiche Annäherung von A zeigen; oder es können die einen Merkmale sich der Form A in grösserem, die andern in geringerem Maasse nähern; die letztern können nach Umständen genau die Mitte zwischen A und B halten oder auch von dieser Mitte etwas nach B hin abweichen.

8. Die Regel, dass die Eigenschaften der Bastardpflanze zwischen den entsprechenden der Stammformen sich bewegen, gilt nicht in aller Strenge. Einerseits können, vermöge der individuellen Veränderung, einzelne Merkmale etwas über diese Grenze hinausgreifen, was um so eher eintrifft, je näher sich die Stammformen stehen, also am ehesten bei den Bastarden von wenig verschiedenen Varietäten. Anderseits erhält die Abweichung von der Regel bei den Artbastarden einen bestimmten allgemeinen Charakter durch den Umstand, dass die Bastarde der näher verwandten

Arten in den Fortpflanzungsorganen geschwächt sind, in den vegetativen Organen aber luxuriren, und dass die Bastarde der entfernteren Arten in allen Theilen kümmerlich sich entwickeln und aus Mangel an Energie des Lebensprocesses bald zu Grunde gehen.

Man könnte erwarten, dass wenn zwei Formen A und B mit einander sich bastardiren, der Sprössling AB oder BA mit seinen Eigenschaften zwischen die Grenzen A und B gebannt sei. Diess kann am besten in folgender Weise anschaulich gemacht werden. Jede Eigenschaft in den beiderseitigen Eltern lässt sich durch zwei Zahlen ausdrücken. Es entspreche z. B. der Kieselgehalt in einem Organ, oder die Menge des Imbibitionswassers in den Membranen eines Gewebes, oder die Theilung eines Blattes, die Behaarung auf demselben, die Länge der Stengelinternodien, die Zahl derselben, die Verzweigung oder irgend eine andere Eigenschaft bei A der Zahl 15, bei B der Zahl 24, so wird in dem Bastard die gleiche Eigenschaft irgend einer Zahl, die zwischen 15 und 24 sich befindet, entsprechen. Diess ist eine natürliche Folge der bewirkenden Ursachen und im Allgemeinen trifft es auch immer ein. Denn würde die Intensität der Eigenschaft auf 24 steigen oder auf 15 sinken, so müsste die Einwirkung der einen Stammform in dieser Beziehung Null sein, was an sich unwahrscheinlich ist. Noch unwahrscheinlicher aber ist es, dass das Symbol der Eigenschaft eine Zahl über 24 oder unter 15 werde.

Dennoch wäre der Schluss, es dürfe die einzelne Eigenschaft des Bastards in keinem Falle über die Stammformen hinausgehen, in dem angeführten Beispiel nicht mehr als 24 und nicht weniger als 15 betragen, schon a priori nicht gerechtfertigt. Wir können bloss sagen, der Bastard AB oder BA müsse als Ganzes mit seinen innern Eigenschaften oder Anlagen, die er von den Eltern geerbt hat,

zwischen denselben sich halten. Der Organismus ist aber so complizirt, die Einwirkungen der Eigenschaften auf einander sind so mannigfaltig, dass in Folge davon eine einzelne besonders hervortreten, eine andere zurückweichen kann, ohne dass das Gesetz im Allgemeinen beeinträchtigt wird. Die Abweichung von der Regel, nach welcher auch jede einzelne Erscheinung sich als Zwischenbildung kundgeben sollte, trifft daher vorzugsweise in der Weise ein, dass die einen Functionen des Organismus gefördert, die andern geschwächt sind, dass also einzelne Organe in ihrer Grösse und Zahl, dass einzelne Stoffe in ihrer Menge über die Eltern hinausgehen, andere hinter denselben zurückbleiben.

Dieses Hinausgreifen des Bastards über die Stammformen ist häufig individueller Natur; es kommt nicht der Bastardform, sondern der einzelnen Pflanze zu, und kann in den einen Individuen in dieser, in den andern in jener Richtung erfolgen. Diess hängt mit dem Umstand zusammen, dass die hybriden Pflanzen eine grosse Neigung zum Variiren haben (vgl. §. 9). Es ist an und für sich klar, dass das individuelle Hinausgreifen um so eher eintreten kann, je näher die Stammformen mit einander verwandt sind, denn die Individualität vermag sich innerhalb enger Grenzen eher Geltung zu verschaffen, während sie gegenüber von grossen Verschiedenheiten verschwindet. Die Erfahrung bestätigt diess vollkommen. Wenn zwei nahe stehende Varietäten A und B mit einander verbunden werden, so erhält man eine formenreiche hybride Nachkommenschaft, von welcher einzelne Individuen in der einen oder andern Richtung über A oder B hinausgehen. Seltener wird diese Erscheinung bei den Artbastarden beobachtet.

Zuweilen kommt die Eigenschaft, über die Eltern hinaus zu gehen, auch dem Varietätenbastard als Form, d. h. allen Individuen desselben gleichmässig zu, und besteht

darin, dass sowohl die Vegetation als die Reproduction gesteigert sind. Doch sind es vorzugsweise die Speciesbastarde, welche ein allgemeines Ueberschreiten der in den Eltern gegebenen Grenzen sowohl nach oben als nach unten vollziehen; und zwar leisten sie im Allgemeinen in den vegetativen Functionen mehr, in den reproduktiven weniger als ihre Stammarten.

Wachsthum und Entwicklung des Individuums ist bei den Speciesbastarden besonders angeregt. Dieselben werden häufig grösser als ihre beiden Eltern; sie bilden mehr und grössere Blätter; der Stengel erhebt sich höher und verzweigt sich stärker; die Bewurzelung ist reicher. Es werden mehr Knospen angelegt und entwickelt, die Vermehrung durch Sprossung geht lebhafter vor sich und bewirkt mit grosser Leichtigkeit eine Vervielfältigung durch Stolonen, Ableger u. dgl. Die Bastarde haben ferner die Neigung, eine längere Dauer anzunehmen, aus einjährigen Gewächsen zweijährige, aus zweijährigen mehrjährige und aus mehrjährigen vieljährige zu werden. Ihre Natur ist etwas härter als die der Stammarten und erträgt ein etwas kälteres und rauheres Klima. Zu den vegetativen Erscheinungen müssen wir auch den Blüthenstand mit den Hochblättern und die Blüthendecke (Kelch und Krone) rechnen; denn nur die Staubgefässe und Stempel sind eigentlich bei der Fortpflanzung betheiligt. Die Bastarde zeichnen sich nun namentlich auch dadurch aus, dass sie früher zu blühen anfangen, dass sie es länger und reichlicher thun als beide Stammarten. Der Bastard von Pflanzen, die erst im zweiten Jahre blühen, blüht meistens schon im ersten; derjenige von Pflanzen, die erst nach einer Reihe von Jahren zur Blüthenbildung gelangen, kommt schon einige Jahre früher dazu. Auch mit Rücksicht auf die einzelne Vegetationsperiode gilt die Regel, dass die Bastarde früher im Jahr zu blühen anfangen und länger in den Herbst hinein zu blühen fort-

fahren. Ueberhaupt bilden dieselben oft eine ganz ausserordentliche Menge von Blüthen, welche zudem grösser, manchmal auch wohlriechender und intensiver gefärbt sind, und von denen jede einzelne länger dauert, z. B. mehrere Tage, wenn die Blüthen der Stammarten schon nach dem ersten Tage welken (in dieser Beziehung verhalten sie sich wie kastrirte Blüthen). Der Bastard einer rothblühenden und einer weissblühenden, oder einer gelben und einer weissen Species hat nicht selten dunkelrothe oder dunkelgelbe Blumenkronen. Auch die Zahl der Blumenblätter nimmt leicht zu. Hat die eine Stammart A gefüllte, die andere B einfache Blüthen, so ist fast ohne Ausnahme die hybride Verbindung ebenfalls gefüllt und zuweilen selbst stärker gefüllt als A. Ein erster Schritt zur Füllung der Blüthen besteht in der Vermehrung der Fortpflanzungsorgane, welche dabei unfruchtbar werden. So haben die Dianthus-Bastarde zuweilen 11 (statt 10), die Verbascum-Bastarde 6 (statt 5) Staubgefässe. Ebenso ist oft die Zahl der Griffel vermehrt.

Die Speciesbastarde zeigen also in der ganzen vegetativen Sphäre im weitesten Sinne d. h. in der Assimilation und in der Gestaltung der gebildeten Stoffe zu Organen eine auffallende Neigung zum Luxuriren; sie greifen in dieser Beziehung gewöhnlich über die beiden Stammarten hinaus. Dafür ist die eigentlich reproductive Sphäre im engsten Sinne auffallend geschwächt; die Bastarde bleiben hierin hinter den beiden Eltern zurück. Die Staubgefässe sind bei den einen äusserlich zwar vollkommen ausgebildet, aber ganz oder theilweise unfruchtbar, indem die Pollenkörner nicht die gehörige Ausbildung erreichen. Bei andern sind die ganzen Staubgefässe verkümmert und auf ein kleines Rudiment reduzirt. — Die Stempel der Bastarde lassen sich in den meisten Fällen äusserlich von den Stempeln der elterlichen Arten nicht unterscheiden, aber ihre Ovula haben

keine oder nur eine geringe Conceptionsfähigkeit. Es werden keine Keimbläschen gebildet, oder der Embryo, der aus den Keimbläschen sich zu entwickeln beginnt, stirbt früher oder später ab. Im günstigsten Falle, wenn keimfähige Samen gebildet werden, so sind sie in geringerer Menge vorhanden und sie bekunden in der langsamern Keimung und in der kürzern Dauer der Keimfähigkeit eine gewisse Schwäche.

Das soeben beschriebene Verhalten ist vorzugsweise den Bastarden eigen, welche von näher verwandten Arten herstammen. Es giebt andere, bei denen nicht bloss die Geschlechtsorgane gänzlich unfruchtbar sind, sondern auch die vegetative Sphäre auffallend geschwächt ist. Die Pflanzen bleiben klein, sie entwickeln sich langsam und kümmerlich, bringen auch weniger Blüthen hervor; sie ertragen äussere schädliche Einwirkungen weniger gut, werden also durch Frost oder trockene Hitze leichter getödtet, und erreichen lange nicht das Alter der Stammarten. Ueberdem zeigen sich zuweilen bemerkenswerthe Unregelmässigkeiten und Abnormitäten, namentlich in der Formbildung. Diese Bastarde bleiben also nicht bloss in der Reproduktion, sondern auch in der Vegetation hinter den beiden Eltern zurück; sie stammen immer von Arten ab, welche in ihrer Verwandtschaft weiter von einander abstehen.

9. Im Allgemeinen variiren die Bastarde in der ersten Generation um so weniger, je weiter die elterlichen Formen in der Verwandtschaft von einander entfernt sind, also die Artbastarde weniger als die Varietätenbastarde; jene zeichnen sich oft durch eine grosse Einförmigkeit, diese durch eine grosse Vielförmigkeit aus. Wenn die Bastarde sich selbst befruchten, so vermehrt sich die Variabilität in der zweiten und den folgenden Generationen um so mehr, je vollständiger sie in der ersten mangelte;

und zwar treten um so sicherer, je weiter die Stammformen aus einander liegen, drei entschiedene Varietäten auf, eine die dem ursprünglichen Typus entspricht, und zwei andere, die den Stammformen ähnlicher sind. Diese Varietäten haben aber, wenigstens in den nächsten Generationen, wenig Constanz; sie verwandeln sich leicht in einander. Ein wirkliches Zurückschlagen zu einer der beiden Stammformen (bei reiner Inzucht) findet vorzüglich dann statt, wenn die Stammformen sehr nahe verwandt sind, also bei den Bastarden der Varietäten und der varietätenähnlichen Arten. Wenn es bei andern Speciesbastarden vorkommt, so scheint es auf diejenigen Fälle beschränkt zu sein, wo eine Art einen überwiegenden Einfluss bei der hybriden Befruchtung ausgeübt hat.

Die Variabilität der Bastarde, d. h. die Mannigfaltigkeit der Formen, welche der nämlichen Generation angehören, und ihr Verhalten bei einmaliger oder wiederholter Fortpflanzung durch Selbstbefruchtung bilden zwei Punkte der Bastardirungslehre, welche noch am wenigsten festgestellt sind, und welche auch am wenigsten festen Regeln unterworfen zu sein scheinen.

Die Bastarde der Varietäten sind überaus zum Variiren geneigt. Wenn eine Varietät von einer andern befruchtet wird, so ist die Nachkommenschaft oft so mannigfaltig und formenreich, dass keine Pflanze der andern vollkommen ähnlich sieht. Daher wird die hybride Bestäubung innerhalb der Species von den Gärtnern häufig angewendet, um neue Formen zu erhalten. Pflanzt sich der Varietätenbastard durch Inzucht fort, so vermehrt sich die Veränderlichkeit noch in den folgenden Generationen; zugleich kehren aber manche Individuen zu den Stammvarietäten zurück. Die Bastardform artet aus, wie die Gärtner sagen.

Diess gilt aber nicht für alle Varietätenbastarde. Es giebt auch solche, die in der ersten Generation noch einförmig sind und erst in den folgenden variabel werden, und solche, die durch mehrere Generationen hindurch ihre Einförmigkeit bewahren.

Unter den Artbastarden giebt es auch solche, die schon in der ersten Generation eine merkliche Variabilität zeigen. Es sind diess besonders diejenigen, welche von sehr nahe verwandten Arten abstammen, so der Bastard von Lychnis diurna Sibth. und L. vespertina Sibth.

Die geringste Veränderlichkeit findet man in der Regel bei den Bastarden derjenigen Stammarten, welche eine geringe gegenseitige Verwandtschaft besitzen. Sind dieselben fruchtbar, so erzeugen sie eine Nachkommenschaft mit grösserer Vielförmigkeit, die in den folgenden Generationen sich steigern kann. Die Veränderung trifft zunächst die Blüthen, dann aber auch die andern Organe und den ganzen Habitus. Es bilden sich Varietäten. Unter denselben behält eine den (mittlern) Typus der ursprünglichen Bastardform (A + B), eine zweite nähert sich der einen Stammart (A), eine dritte der andern Stammart (B). Die eine der beiden letztern kann ausbleiben, wohl auch alle beide. Im letztern Falle bleibt die ursprüngliche Bastardform einförmig und constant. Diess beobachtet man z. B. an einigen sehr fruchtbaren Dianthusbastarden.

Wenn ein Artbastard in der zweiten Generation mit einigen Individuen sich mehr der einen Stammart (A) genähert hat, so können die Nachkommen derselben (dritte Generation) dieser Stammart A noch mehr ähnlich sein. Sie können aber auch wieder zum ursprünglichen Typus (A + B) zurückkehren, oder in seltenern Fällen selbst in das Gegentheil umschlagen, d. h. sie können der andern Stammart (B) sich nähern.

Es kommt auch vor, dass schon in der ersten Generation

neben der ursprünglichen und normalen Bastardform (A + B) eine Varietät auftritt, welche sich der einen oder andern Stammart (A oder B) nähert. Gärtner hat sie als Ausnahmstypus bezeichnet. Die Individuen, die diesem Ausnahmstypus angehören, sind stets in sehr geringer Menge vorhanden; sie kommen, wenn zwei Arten mit einander befruchtet werden, das eine Mal vor und bleiben ein anderes Mal aus. Wenn die normale Bastardform der einen Stammart (A) ähnlicher ist, so gleicht der Ausnahmstypus mehr der andern (B). Manchmal hat er kleinere Blumen als die Stammarten, während der normale Bastardtypus grössere Blumen zeigt. Die Ausnahmstypen unterscheiden sich von den normalen Bastardformen auch durch grössere Unfruchtbarkeit. Uebrigens sind sie eine so normale und constante Bildung wie diese, indem sie sich bei den hybriden Verbindungen der nämlichen Stammarten immer in der gleichen Weise wiederholen.

Die Ausnahmstypen gehen, wenn sie fruchtbar sind, in der zweiten Generation gewöhnlich in den normalen Typus über. Sie können aber in den folgenden Generationen wieder zum Vorschein kommen. Zuweilen bilden sie sich erst in der zweiten Generation, statt schon in der ersten. Dann unterscheidet sich der Ausnahmstypus in nichts mehr von der Varietätenbildung, von der ich schon gesprochen habe [15]).

Wie man bei den Artbastarden rücksichtlich der Form-

---

15) Wichura bezweifelt das Vorkommen der Ausnahmstypen, welche er bei den Weidenbastarden nicht beobachtete, indem er den Verdacht hegt, es möchte die Absperrung der Pflanzen nicht vollständig, oder der zur Befruchtung benützte Pollen nicht rein oder die ausgesäeten Samen nicht frei von fremder Beimischung gewesen sein. Mir scheint dieser Verdacht gegenüber von Gärtner, der so viele Bastardirungen ausführte, der alle zu ergreifenden Vorsichtsmassregeln kannte und, um seiner Sache sicher zu sein, alle, auch

bildung 3 Varietäten unterscheidet, so giebt es zuweilen auch 3 verschiedene, denselben entsprechende Grade der Fruchtbarkeit. In der Regel scheint diejenige Varietät, welche dem normalen Typus entspricht, eine mittlere, von den beiden andern, den Stammarten ähnlichen Varietäten aber die eine eine grössere, die andere eine geringere Fruchtbarkeit zu besitzen. Doch giebt es hierin viele Modificationen.

Die Artbastarde nähern sich, wie wir eben gesehen haben, im Laufe der Generationen in einzelnen Varietäten den Stammarten. Ob sie dieselben aber wirklich erreichen und ob sie somit, wie man sagt, zurückschlagen können, bedarf noch sehr der Bestätigung. Bei den Varietätenbastarden ist das vollkommene Zurückkehren allerdings Thatsache; es erfolgt unregelmässig und sprungsweise. Bei den Speciesbastarden wird ein unregelmässiges und sprungweises Umschlagen ihrer Varietäten in einander beobachtet. Von einer constanten Annäherung an eine Stammart durch eine Reihe von Generationen ist jedenfalls keine Rede. Uebrigens wird von Gärtner das Zurückschlagen auch

---

die unbedeutendsten Verrichtungen mit eigener Hand ausführte, ungegründet.

Ferner sprechen die objektiven Thatsachen gegen den erhobenen Zweifel. Er wäre gegründet, wenn unter den Pflanzen der Bastardform A B eine Pflanze B oder ein Bastard CB aufgegangen wäre. Wo sollte aber eine hybride Form, die zwischen A B und A oder zwischen A B und B steht, kommen? Ferner wurde aus dieser Form in der zweiten Generation oft wieder der normale Bastardtypus A B erhalten, was mit Sicherheit auf ihren Ursprung aus A und B hinweist. — Endlich spricht schon a priori die Wahrscheinlichkeit für die Darstellung Gärtner's. Der Ausnahmstypus ist, wie ich oben sagte, nichts anderes als eine Varietät des Bastards. Letzterer bildet aber, wie auch Wichura annimmt, in der zweiten oder dritten Generation Varietäten. Es liegt nun nicht weit ab, dass die Varietätbildung ausnahmsweise schon in der ersten Generation zum Vorschein komme.

bloss als eine ausnahmsweise Erscheinung behauptet, die nur wenige Artbastarde und bei diesen selbst nur wenige Individuen treffe.

Von den neuern Experimentatoren wird viel von diesem Zurückgehen gesprochen, aber dabei gewöhnlich keine Rücksicht darauf genommen, ob der Bastard sich selbst befruchtet habe, oder ob er von einer Stammart befruchtet worden sei. Um die Selbstbefruchtung der hybriden Pflanze zu sichern, werden ganz besondere Vorsichtsmassregeln erfordert. Es genügt nicht, dass man dieselbe in einer Ecke des Gartens isolire; die blüthenbesuchenden Insekten werden immer Pollen der Stammarten, wenn dieselben in einem andern Theil des Gartens blühen, herbeibringen. Ist man aber der Selbstbefruchtung sicher, so genügt es ferner abermals nicht, zu constatiren, dass die Aussaat Pflanzen giebt, die einer Stammart sehr ähnlich sehen. Man muss diese scheinbar zurückkehrende Varietät durch fernere Generationen beobachten, wobei sich leicht ergeben dürfte, dass sie, statt vollends zu der Stammart, wieder zum ursprünglichen Bastard zurückgeht.

---

21. Ueber die abgeleiteten Pflanzenbastarde.

(Vorgetragen den 13. Januar 1866.)

In meiner Mittheilung vom 15. Dezember 1865 über die Bastardbildung im Pflanzenreiche habe ich von den hybriden Formen gesprochen, welche unmittelbar aus den reinen Arten und Varietäten hervorgehen und nur insofern es nothwendig war, um die Eigenschaften dieser Hybriden besser ins Licht zu stellen, habe ich hie und da auch ihrer Abkömmlinge erwähnt. Die Fortpflanzung der Bastarde, vorzüglich die Verbindung derselben mit ihnen ungleichen Formen und das Verhalten ihrer Nachkommen, bietet einige interessante Verhältnisse dar, welche das Bild der hybriden Befruchtung vervollständigen. Diese Nachkommen der Bastarde bezeichne ich im Allgemeinen als abgeleitete Bastarde, gegenüber jenen ursprünglichen, welche bloss reine Formen als Eltern haben. Ich werde mich übrigens hier ausschliesslich an die aus Speciesbastarden abgeleiteten Formen halten, indem man über die Nachkommenschaft der Varietätenbastarde allzu wenig Sicheres weiss.

Da die vegetabilischen Artbastarde meistens zeugungsfähig und conceptionsfähig sind, so wurde die Paarung derselben mit ungleichen Formen sehr häufig ausgeführt. Vorzüglich wurde dazu eine der beiden Stammarten benutzt. Es hat aber auch schon Kölreuter in einem einzigen Bastarde 3, Gärtner 4 und endlich Wichura selbst 6 verschiedene Arten vereinigt. Man hat die Paarungen der abgeleiteten Bastarde mit reinen Arten, ursprünglichen und abgeleiteten Bastarden durch mehrere Generationen in manigfaltigen Combinationen und Verschlingungen fortgesetzt. Leider ist aber nicht zu läugnen, dass die Versuche oft mehr aus wissenschaftlicher Neugierde, ob eine neue Combination wohl gelingen und welches Produkt sie liefern werde, als nach einem bewussten wissenschaftlichen Plane

angestellt wurden, und dass sie daher nicht so viel und oft auch nicht so sicher beweisen, als es bei richtigerer Methode der Fall sein müsste.

Zuerst will ich die Bezeichnungsweise dieser abgeleiteten Bastarde erörtern. Ich habe die ursprünglichen hybriden Verbindungen durch die Formeln AB und BA ausgedrückt und darin der väterlichen Pflanze die erste, der mütterlichen die zweite Stelle gegeben (§ 2 in der vorhergehenden Mittheilung). Eine consequente Anwendung dieser Regel dürfte auch die kürzesten und übersichtlichsten Abstammungsformeln für die complizirten Bastarde ergeben. So ist A—AB aus dem weiblichen einfachen Bastard AB und der männlichen Pflanze A entstanden, BA—A dagegen aus dem männlichen Bastard BA und der weiblichen Pflanze A. Die Form des Stammbaumes macht diess noch anschaulicher; er ist für die eben genannten 2 Verbindungen [1]:

♂A ♀B
♂A ♀AB
A-AB

♂B ♀A
♂BA ♀A
BA-A

Die Verbindung B-A-AB ist aus dem weiblichen Bastard A-AB und der männlichen Pflanze B entsprungen:

♂A ♀B
♂A ♀AB
♂B ♀(A-AB)
B-A-AB

Der Bastard CB-A-AB ist aus dem weiblichen Bastard A-AB und dem männlichen CB hervorgegangen:

♂A ♀B
♂C ♀B ♂A ♀AB
♂CB ♀(A-AB)
CB-A-AB

1) Das Zeichen ♂ drückt bekanntlich das männliche, ♀ das weibliche Geschlecht aus.

Der Bastard CD-CB-A-AB hat zur Mutter den Bastard CB-A-AB, zum Vater CD:

♂A ♀B
♂C ♀B ♂A ♀AB
♂C ♀D ♂CB ♀(A-AB)
♂CD ♀(CB-A-AB)
CD-CB-A-AB

Die Verbindung (CD-CB)-A-AB ist aus dem männlichen Bastard CD-CB und aus dem weiblichen A-AB entstanden:

♂C ♀D ♂C ♀B ♂A ♀B
♂CD ♀CB ♂A ♀AB
♂(CD-CB) ♀(A-AB)
(CD-CB)-A-AB

Die Verbindung (CD-CB-A)-AB ist aus dem männlichen Bastard CD-CB-A und aus dem weiblichen AB entsprungen:

♂C ♀B
♂C ♀D ♂CB ♀A
♂CD ♀(CB-A) ♂A ♀B
♂(CD-CB-A) ♀AB
(CD-CB-A)-AB

Man könnte die drei letztgenannten Verbindungen, auch folgendermassen schreiben, was mir aber weniger empfehlenswerth scheint

(CD) { (CB) [A (AB)] }
[(CD) (CB)] [A (AB)]
{ (CD) [(CB) A] } (AB)

Es ist leicht, sich in den Formeln, wie ich sie vorschlage, zu orientiren, wenn man sich an die Regel hält, dass in der ganzen Verbindung der einfache oder zusammengesetzte Ausdruck links den Vater, der Rest die Mutter bei der letzten Zeugung darstellt, und dass das Nämliche für jeden zusammengesetzten Ausdruck gilt.

Die Abstammung der complizirten Bastarde wurde von den verschiedenen Autoren in verschiedener Weise ausgedrückt, wobei bald die Uebersicht und Verständlichkeit, bald die Einfachheit und Bequemlichkeit beeinträchtigt waren. Kölreuter baut seine Formeln nach folgendem Beispiel auf:

Nicotiana
- rustica ♀ } ♀
- paniculata ♂ }
- rustica ♀ } ♂ } ♀
- paniculata ♂ }
- paniculata . . . . . ♂ } ♀
- paniculata . . . . . . ♂ }

In dieser Gestalt sind die Formeln sehr übersichtlich, aber für die Schrift und den Druck weitläufig und unbequem. Nach meiner Bezeichnungsweise würde ich sagen: der Bastard von Nicotiana rustica (R) und N. paniculata (P) nach der Abstammungsformel P-P-PR-PR.

Gärtner bezeichnet den einfachen Bastard durch einen zusammengesetzten Namen, in welchem die mütterliche Pflanze die erste, die väterliche die zweite Stelle einnimmt. Geum urbano-rivale ist aus der Befruchtung von Geum urbanum durch G. rivale entstanden. Die sogenannten väterlichen Bastarde, d. h. solche, welche aus der Befruchtung des einfachen Bastards durch den Vater gefallen sind, bezeichnet er nach dem Grade z. B. als Dianthus barbato-carthusianorum², D. barbato-carthusianorum³, nach meiner Bezeichnung C-CB und C-C-CB. Ein

sogenannter mütterlicher Bastard dagegen ist Mirabilis Jalapolongifloro-Jalapa, nach meiner Bezeichnung J-LJ[2]). Für sehr complizirte Vereinigungen, wo die Namen unaussprechbar werden, sagt Gärtner z. B. Nicotiana rusticopaniculato-angustifolia befruchtet durch rusticoangustifolio-rustica oder Lobelia cardinalifulgenti-fulgens befruchtet durch fulgenticardinalifulgentisyphilitica. Doch würde dieses Aushilfsmittel für eine noch weiter gehende Zusammensetzung nicht mehr ausreichen, denn dieselbe hiesse Lobelia (cardinalifulgenti-fulgenti)-(fulgenticardinali-fulgentisyphilitica) befruchtet durch x. Ich sage statt dessen: der Bastard von Nicotiana rustica (R), N. paniculata (P) und N. angustifolia (A) nach der Abstammungsformel

(R-AR)-A-PR

und der Bastard von Lobelia cardinalis (C), L. fulgens (F) und L. syphilitica (S) nach der Formel

(SF-CF)-F-FC.

Wichura macht die Abstammung seiner complizirten Weidenbastarde theils in der Form von Stammbäumen übersichtlich, theils drückt er sie durch Formeln von folgendem Bau aus:

♀ Salix {♀[♀ (Lapponum + Silesiaca) + ♂ (purpurea + viminalis)] + ♂ (♀ caprea + ♂ daphnoides)} + ♂ daphnoides.

Diese Formeln, besonders wenn sie noch die verschie-

---

2) Der Name väterliche und mütterliche Bastarde scheint mir in dieser Beschränkung nicht glücklich gewählt. Denn ein väterlicher oder mütterlicher Bastard, freilich mit anderer Abstammungsformel, wäre doch auch die aus der Befruchtung der väterlichen oder mütterlichen Pflanze durch den Bastard hervorgegangene Verbindung. Für die oben genannten Beispiele sind es die analogen Verbindungen CB-C, (CB-C)-C und LJ-J.

denen Bezeichnungen (Spont., Art., und die Autoren), die ihnen der Verfasser beigefügt hat, enthalten, machen immer viel Kopfzerbrechen, bis man sie enträthselt hat, während die Stammbäume zwar sehr übersichtlich, aber für Druck und Schrift weitschweifig sind. Nach meiner Bezeichnungsweise würde ich sagen; der Bastard von Salix Lapponum (L), S. Silesiaca (S), S. purpurea (P), S. viminalis (V), S. daphnoides (D) und S. caprea (C) nach der Abstammungsformel

D-DC-(P+V)(L+S).

Ich bemerke hiezu, dass P+V und L+S zwei wildwachsende Bastarde sind, bei denen es unbekannt ist, welche der beiden Arten Vater und welche Mutter war. Desswegen fehlen in der Formel von Wichura die Zeichen ♀ und ♂, und erscheinen in der meinigen die Zeichen +. Der Stammbaum dieses zusammengesetzten Bastards ist folgender, wenn wir für alle Factoren mit der gleichen Generation beginnen:

Salix

D D D D D D D D   D D   C C   P V   L S

D   D   D   D   ♂D   ♀C   (P+V)   (L+S)

D   D   ♂DC   ♀(P+V)(L+S)

♂D   ♀[DC-(P+V)(L+S)]

D-DC-(P+V)(L+S)

Die bisherige Auseinandersetzung bezieht sich auf die Abstammungsformel. Dieselbe genügt jedoch nicht um die Constitution des Bastards zu erkennen. Wir müssen noch durch eine andere Formel, die ich die Erbschaftsformel nennen will, den Antheil ausdrücken, mit welchem jede Stammart in dem Bastard enthalten ist. Diess wäre eine einfache Rechnung, wenn wir annehmen dürften, dass

immer von zwei sich verbindenden Pflanzen jede gleichviel zur Bildung des Bastards beiträgt. Man hätte dann z. B. für folgende Bastarde folgende Erbschaftsformeln:

Bastard	Erbschaftsformel
AB	$\frac{1}{2} A + \frac{1}{2} B$
A-AB	$\frac{3}{4} A + \frac{1}{4} B$
A-A-AB	$\frac{7}{8} A + \frac{1}{8} B$
AC-BC	$\frac{1}{4} A + \frac{1}{2} C + \frac{1}{4} B$
(AC-BC)D	$\frac{1}{8} A + \frac{1}{4} C + \frac{1}{8} B + \frac{1}{2} D$
AC-BC-D	$\frac{1}{4} A + \frac{3}{8} C + \frac{1}{8} B + \frac{1}{4} D$
(A-C-BA)-CD	$\frac{5}{16} A + \frac{3}{8} C + \frac{1}{16} B + \frac{1}{4} D$

In dieser vollkommen rationellen Weise hat Wichura für die bestimmte Voraussetzung die Erbschaftsformeln entwickelt.

Ich habe in der vorhergehenden Mittheilung gesagt (§ 7), und ich werde sogleich noch darauf zurückkommen, dass eine Art zuweilen einen merklich grössern Einfluss bei der Erzeugung hybrider Verbindungen ausübt als eine andere, und dass vielleicht sogar in allen Fällen der Antheil der beiden elterlichen Formen etwas ungleich ist. Wir können also sicher in manchen und vielleicht in allen Fällen die Natur des Bastardes AB nicht durch die Erbschaftsformel $\frac{1}{2} A + \frac{1}{2} B$ ausdrücken. Vielleicht wäre die richtige Formel $\frac{3}{5} A + \frac{2}{5} B$ oder $\frac{4}{7} A + \frac{3}{7} B$ etc., aber wir wissen darüber meistens nichts Genaues. Unter diesen Umständen scheint mir das richtigere Verfahren folgendes.

Wenn die beiden Arten A und B sich hybrid verbinden, so ist jede in dem Produkt mit einer eigenthümlichen Quantität vertreten, was wir durch a und b ausdrücken und die Bastardirungsäquivalente nennen können. Die Erbschaftsformel ist somit $a + b$. Verbindet sich der Bastard AB mit A, so hat das Produkt die Formel $3a + b$ d. h. der Antheil der Stammart A verhält sich zu dem von B

wie drei Aequivalente der erstern zu Einem der zweiten (3 a : b). Den auf einander folgenden Generationen des durch wiederholte Befruchtung mit einer der beiden Stammarten zurückkehrenden Bastards entsprechen daher folgende Formeln:

Generation	Abstammungsformel		Erbschaftsformel [3])
I.	AB		a + b
II.	A-AB		3a + b
III.	A-A-AB	oder 2A-AB	7a + b
IV.	A-A-A-AB	„ 3A-AB	15a + b
V.	A-A-A-A-AB	„ 4A-AB	31a + b
VI.	A-A-A-A-A-AB	„ 5A-AB	63a + b
VII.	A-A-A-A-A-A-AB	„ 6A-AB	127a + b

---

3) Ich habe hiezu noch zwei Bemerkungen zu machen. Die erste betrifft die mathematische Construktion der Formeln. Ich setzte den Antheil, den der Bastard von Vater und Mutter geerbt hat, oder vielmehr das Aequivalent dieses Antheils als Additionsgrösse an, wie man etwa sagt, dass die Mischlinge zwischen Europäern und Negern $^1/_2$ weisses und $^1/_2$ schwarzes oder $^3/_4$ weisses und $^1/_4$ schwarzes Blut etc. vereinigen. Der richtige mathematische Ausdruck wäre wohl F (a, b), F (3 a, b) F (7 a, b), d. h. eine noch unbestimmte Function aus den Grössen a und b, 3 a und b, 7 a und b u. s. w.

Die andere Bemerkung betrifft die Coeffizienten 3, 7, 15, 31 der Bastardirungsäquivalente in obigen Formeln. Wenn zwei Individuen der gleichen Varietät mit einander sich bastardiren, so wirken sie natürlich, abgesehen von individuellen Verschiedenheiten, in gleichem Maasse bei der Erzeugung des Bastards. Wenn dagegen zwei Individuen verschiedener systematischer Formen (A und B) sich verbinden, so verhalten sich die Antheile, die sie am Produkt haben, abgesehen von den individuellen Abweichungen, wie a : b. Der Bastard AB hat die Erbschaftsformel a + b, und in analoger Weise müssten wir einem Produkte von zwei Pflanzen der Form A die Abstammungsformel AA und die Erbschaftsformel a + a geben. Verbindet sich nun AB mit A oder, um eine vollkommene Analogie

Ich habe in § 7 der vorhergehenden Mittheilung angegeben, dass nach den Erfahrungen Gärtner's einige Bastardformen nach einer ungleichen Zahl von Generationen zu der einen und andern Stammart zurückkehren, wenn sie fortwährend mit dem Pollen der letztern bestäubt werden. Ich habe zugleich bemerkt, dass man daraus die Grösse der Bastardirungsäquivalente berechnen könne und rücksichtlich der Berechnung hieher verwiesen. Es gehe der Bastard AB nach 4 Generationen vollständig in A, nach 6 Generationen in B über. Damit sagen wir, es ist die hybride Form mit der Abstammungsformel 3 A-AB und der Erbschaftsformel $15a + b$ der Stammart A so ähnlich geworden, dass man sie von ihr nicht mehr unterscheiden kann; und eine eben solche Aehnlichkeit mit der Stammart B hat die andere hybride Form, deren Abstammungsformel 5 B-AB und deren Erbschaftsformel $63b + a$ ist, erlangt. Es ist also b neben 15 a und ebenso a neben 63 b verschwindend klein; daraus erhalten wir die Gleichung

$$\frac{b}{15a} = \frac{a}{63b}$$

somit $63b^2 = 15a^2$ oder $b\sqrt{63} = a\sqrt{15}$; also nahezu $8b = 4a$ und $2b = a$. Mit Worten: der Bastard AB hat von A doppelt so viel geerbt als von B.

Auf gleiche Weise lassen sich die Bastardirungsäquivalente für alle übrigen Fälle, wo man das Zurückkehren zu den beiden Stammarten beobachtet hat, berechnen. Ich stelle die Ergebnisse in der folgenden Tabelle zusammen:

---

der Generation zu haben, mit AA (was natürlich dasselbe ist), so bedingt der Theil a des Bastards einen gleichen Theil a der reinen Pflanze AA und sein Theil b bedingt den ihm äquivalenten Theil a von AA. Die Erbschaftsformel von A-AB ist demnach $3a + b$. In gleicher Weise werden die übrigen Formeln abgeleitet.

Zahl der Generationen, welche erforderlich sind			Verhältniss der Bastardirungsäquivalente		
	zur Rückkehr zu A	zur Rückkehr zu B			
1)	3	3	$b = a$		
2)	5	5	$b = a$		
3)	4	4—5	$b = a\sqrt{15/23}$	nahezu	$b = 4/5\ a$
4)	4	5	$b = a\sqrt{15/31}$	„	$b = 7/10\ a$
5)	3	4	$b = a\sqrt{7/15}$	„	$b = 7/10\ a$
6)	4	6	$b = a\sqrt{15/63}$	„	$b = 1/2\ a$
7)	3	4	$b = a\sqrt{7/31}$	„	$b = 1/2\ a$

Wie 1 verhalten sich Malva mauritiana Lin. und M. sylvestris Lin., wie 2 Dianthus barbatus Lin. und D. chinensis Lin.; wie 3 verhalten sich Oenothera nocturna Jacq. (B) und Oe. villosa Thunb. (A); wie 4 und 5 Nicotiana paniculata Lin. (B) und N. rustica Lin. (A); wie 5 Lychnis vespertina Sibth. und L. diurna Sibth., ferner Aquilegia atropurpurea Willd. und A. canadensis Lin.; wie 6 und 7 Dianthus barbatus Lin. und D. superbus Lin., ferner Dianthus chinensis Lin. und D. Caryophyllus Lin. Ich habe hiebei von den zwei mit einander verglichenen Arten immer diejenige mit dem kleinern Bastardirungsäquivalent vorangestellt. Die Beispiele sind alle den Versuchen Gärtner's entnommen.

Die richtige Bestimmung der Bastardirungsäquivalente hängt von der richtigen Bestimmung der Generationenzahl ab, welche erfordert wird, um den Bastard in die eine und die andere Stammart überzuführen. Es giebt dafür zwei Fehlerquellen. Einmal verhalten sich die verschiedenen Bastardindividuen etwas verschieden, und es ist daher wünschbar, dass nicht nur eine, sondern mehrere zurückkehrende Reihen beobachtet werden. Ferner gestattet die subjektive Auffassung, ob eine hybride Form schon bei der Stammart angelangt sei oder nicht, ebenfalls einigen Spielraum. —

Doch ist diese Methode, um den Einfluss der beiden Stammarten bei der Bastardbildung zu ermitteln, weitaus genauer als die Schätzung nach dem Aussehen des Bastards. Bei letzterer hat die subjective Auffassung einen viel grössern Spielraum, und überdem können wichtige innere Eigenschaften durch äussere Merkmale verdeckt sein, welche das Urtheil irre führen. Diese inneren Merkmale müssen sich aber bei der Umwandlung der hybriden Pflanze geltend machen.

Eine weitere Frage, betreffend das Bastardirungsäquivalent wäre die, ob es in den Verbindungen mit verschiedenen Arten constant bleibt oder ob es ungleiche Grössen darstellt. Zwei Arten M und N bastardiren sich, die Aequivalente sind m und n; M bastardirt sich auch mit O, die Aequivalente sind m und o. Es frägt sich nun, ob in der hybriden Verbindung von N mit O die Aequivalente die nämlichen seien wie n und o, die schon durch die andern Bastardirungen bestimmt sind. Wäre diess der Fall, so würden sich die Bastardirungsäquivalente unter einander verhalten wie die chemischen Aequivalente. Doch spricht schon zum Voraus die Wahrscheinlichkeit dagegen. Es lässt sich ferner aus den Angaben Gärtner's über die Generationenzahl, welche für die Rückkehr der verschiedenen Dianthus-Bastarde zu ihren Stammarten erforderlich ist, durch Rechnung zeigen, dass eine Art gegenüber verschiedenen andern Arten nicht das nämliche Aequivalent behauptet. Ich will die Rechnung, die sich nicht kurz abthun lässt, hier nicht ausführen, da der Gegenstand ein geringeres unmittelbares Interesse und vorerst auch keine weitere Anwendung für andere Fragen gewährt.

Es ist leicht aus der Abstammungsformel eines aus zwei Arten zusammengesetzten Bastards die Erbschaftsformel zu entwickeln. Ich füge hier einige Beispiele bei.

Abstammungsformel	Erbschaftsformel
AB	a + b
B-A-AB	3a + 5b
A-AB-B	5a + 3b
AB-A-B-AB	9a + 7b
B-(AB-A)-AB	5a + 11b
A-AB-AB-B	11a + 5b

Ich habe die Beispiele so gewählt, dass wie Gärtner sagt, die beiden Factoren in gleicher Zahl darin vertreten sind. In der That kommt in dem ersten Beispiel A und B je einmal, in dem zweiten und dritten je zweimal, in den drei letzten je dreimal vor. Gärtner schliesst daraus, dass diese Verbindungen gleich sein müssen, weil an ihnen A und B gleichen Theil haben. Die Erbschaftsformeln zeigen, wie unrichtig dieser Schluss war. Diese irrthümliche Anschauungsweise ist bei verschiedenen Angaben Gärtner's in Anschlag zu bringen, und dafür die nöthige Correctur anzuwenden. Ich will zum Beweis einen bestimmten Fall anführen.

Gärtner sagt, die typische Uebermacht der Nicotiana paniculata spreche sich in dem Bastard Nicotiana rusticopaniculato-paniculata ♀ — rustica ♂ aus, indem bei gleicher Anzahl der beiden Factoren (d. h. rustica und paniculata) keine völlige N. rustico-paniculata sondern ein der paniculata näher stehender Typus entstanden sei. Der Bastard hat nach meiner Bezeichnungsweise die Abstammungsformel R-P-PR und somit die Erbschaftsformel 5 r + 3 p. Er kann also unmöglich der einfachen Verbindung PR gleich sein, welcher die Erbschaftsformel r + p hat.

Dieses Beispiel zeigt aber, wie wichtig in der Lehre von der Bastardbildung die richtige Anwendung der Erbschaftsformel ist, d. h. die richtige Bestimmung des Antheils, den die Stammformen an der hybriden Verbindung haben. Wenn

man mit diesem Criterium die so zahlreichen Angaben von Kölreuter und Gärtner über die ursprünglichen und abgeleiteten Bastarde von Nicotiana rustica und N. paniculata mit einander vergleicht, so findet man zwar manche scheinbare Widersprüche, so dass man zunächst geneigt ist, an Irrthümer bei der Bestimmung oder an Verwechslungen bei den durch viele Jahre sich hinziehenden Versuchen zu denken. Da der vorhin genannte Gärtner'sche Bastard mit der Erbschaftsformel $5r + 3p$ der N. paniculata ähnlicher war als der N. rustica, so könnte man daraus schliessen wollen, dass N. paniculata ein starkes Uebergewicht über N. rustica habe, denn $3p$ wäre $> 5r$; während aus den zurückkehrenden Bastardformen, wie ich früher zeigte, die Gleichung $10p = 7r$ folgt. Indessen muss man mit der Bestimmung des Erbschaftsantheils aus der Aehnlichkeit der Bastarde sehr vorsichtig sein, da, wie ich schon gesagt habe, innere Eigenschaften vorhanden sein können, welche mit den äussern Merkmalen in Widerspruch stehen und welche die eigentliche Verwandtschaft bedingen. Dieselben bleiben oft in einzelnen Generationen verborgen und geben sich erst in andern durch die äussern Merkmale kund. — Dass bei der hybriden Befruchtung von Nicotiana rustica mit N. paniculata die erstere das Uebergewicht kat, geht auch aus verschiedenen Angaben Kölreuter's hervor. So fand er constant, dass die Verbindungen mit der Erbschaftsformel $3r + p$, nämlich R-PR und R-RP ziemlich fruchtbar, die Verbindungen mit der Erbschaftsformel $3p + r$, nämlich P-PR und P-RP dagegen fast ganz unfruchtbar waren.

Besondere Schwierigkeiten bieten sich bei der Entwickelung der Erbschaftsformeln für Bastarde von 3 und mehreren Arten dar, da das Verhältniss der Bastardirungsäquivalente unbekannt ist. Ich habe bereits bemerkt, dass wenn zwischen A und B und zwischen A und C die Ver-

hältnisse a : b und a : c bestehen, das Verhältniss zwischen B und C nicht etwa b : c sein wird. Wir dürfen also aus der Abstammungsformel C-AB nicht die Erbschaftsformel $a + b + 2c$ ableiten, denn C verbindet sich mit A in AB durch einen andern Antheil als mit B. Die Formel muss somit durch $a + b + c + c'$ ausgedrückt werden, worin c' das Bastardirungsäquivalent von C in Verbindung mit B bedeutet. — Mit dem eben genannten Bastard verbinde sich D zu einem sogenannten quaternären Bastard. Die Aequivalente von D seien in den Verbindungen mit A, B und C gleich d, d' und d''. Ist die Abstammungsformel D-C-AB, so wird die Erbschaftsformel $a + b + c + c' + d + d' + d'' + d''\frac{c'}{c}$. Für andere Abstammungsformeln der quaternären Bastarde werden die Erbschaftsformeln noch viel verwickelter.

Es ist überflüssig, dass ich auf solche verwickelte Verhältnisse eintrete, ebenso dass ich noch von den quinären und senären Bastarden spreche, deren Erbschaftsformeln Ausdrücke von nicht zu bewältigender Complication darstellen. Es war mir nur darum zu thun, einerseits zu zeigen, auf wie unsichern theoretischen Grundlagen die Beurtheilung der aus 3 und mehr Species zusammengesetzten Bastarde ruht, und ferner auf den Schlüssel hinzuweisen, der uns über manche Angaben betreffend diese Bastarde Aufschluss giebt, welche nach der gewöhnlichen Annahme der gleichen Betheiligung verschiedener Species bei der Bastardbildung sich nicht erklären lassen[4]).

---

4) Für Letzteres möge hier ein Beispiel folgen. Wichura vergleicht folgende zwei Weidenbastarde mit einander: Salix [♀ (♀ viminalis + ♂ daphnoides) + ♂ caprea] und Salix [♀ (♀ caprea + ♂ daphnoides) + ♂ (♀ viminalis + ♂ caprea)] Dieselben haben nach seiner Annahme ganz die gleichen Erbschafts-

Die abgeleiteten Bastarde bestätigen im Allgemeinen alle Regeln, welche aus dem Verhalten der einfachen Bastarde festgestellt wurden; nur dass die Ausnahmen und Abweichungen bei jenen noch häufiger auftreten als bei diesen, dass also die Regeln sich innerhalb weiterer Grenzen bewegen. Es ist vor Allem hervorzuheben, dass ein Bastard, vorausgesetzt dass er fruchtbar ist, die hybride Befruchtung mit einem andern Bastard oder mit einer reinen Form in gleicher Weise vollzieht, wie es die reinen Formen unter einander thun, und dass er mit allen seinen Eigenthümlichkeiten auf die Bildung der neuen Verbindung in gleicher Weise einwirkt, wie es eine reine Form thut. Nur ist im Auge zu behalten, dass der Bastard in bestimmten Dingen wesentlich von den reinen Formen verschieden ist, und dass daher auch seine Abkömmlinge von den Bastarden der reinen Formen sich gewissermaassen unterscheiden müssen.

Die Verbindung zwischen den Bastarden erfolgt gemäss ihrer sexuellen Affinität, welche verschieden ist von der systematischen oder äussern und der chemisch-physikalischen oder innern Verwandtschaft. Wie zuweilen zwei reine Formen

---

formeln nämlich $1/4$ daphnoides + $1/4$ viminalis + $1/2$ caprea. Er giebt aber an, dass sie keineswegs gleich seien. Nach meiner Bezeichnungsweise hat die erste Verbindung die Abstammungsformel C-DV, die zweite CV-DC. Die Erbschaftsformel für die erstere ist $c + c' + d + v$; d und v sind nämlich die Bastardirungsäquivalente zwischen D (daphnoides) und V (viminalis), d und c die Aequivalente zwischen D und C (caprea), v und c' zwischen V und C. — Die Erbschaftsformel für CV ist $c' + v$, diejenige für DC ist $d + c$ und die Erbschaftsformel von CV-DC vereinigt die Aequivalente $c + c + c' + c' + d + d\frac{c'}{c} + v + v\frac{c}{c'}$. Sie ist daher eine andere als die Formel für C-DV, und es können die beiden zusammengesetzten Bastarde nicht gleich sein.

A und B leicht sich zu AB, aber schwer zu BA verbinden, so kommt es auch vor, dass zwei Bastarde A + B und C + D sich leichter zu (A+B)(C+D) als zu (C+D)(A+B) vereinigen.

Dieses Gesetz tritt aber bei der Befruchtung der Bastarde unter einander und mit reinen Arten nicht so deutlich hervor, weil ihre Sexualorgane in ungleichem Maasse geschwächt sind. Wir können die geschlechtliche Verwandtschaft verschiedener Pflanzen zu einander nur dann aus den Befruchtungserfolgen entnehmen, wenn ihre Fortpflanzungswerkzeuge einen annähernd gleichen Grad der Vollkommenheit besitzen. Ist diess nicht der Fall, so giebt die Lebenskräftigkeit der Sexualorgane, nicht die Verwandtschaft den Ausschlag. Desswegen wird der Bastard A + B leichter durch A oder durch B, selbst leichter durch eine verwandte andere Art C befruchtet als durch sich selbst. Wenn man also auf die Narben des Bastards zugleich eigenen Pollen und solchen von A, B oder C bringt, so erhält man nicht etwa die Verbindung (A+B)(A+B) sondern A (A+B) oder B (A+B) oder C (A+B). Ebenso wird A (A+B) leichter durch A bestäubt als durch sich selbst, und giebt also eher Samen von der Form A-A(A+B) als von A(A+B)-A(A+B).

Es ist ferner häufig der Fall, dass der Bastard A+B sich durch A oder B befruchten lässt, während er selber weder A noch B zu befruchten vermag. Auch diese Erscheinung dürfte nur in den seltensten Fällen ihren Grund in einer ungleichen geschlechtlichen Affinität haben, meistens aber in dem Umstande, dass die männlichen Organe von A + B mehr geschwächt sind als die weiblichen.

Der grössern Neigung des Bastards, sich mit einer verwandten reinen Form als mit sich selbst zu verbinden, entspricht natürlich auch eine reichlichere Samenbildung bei dieser Verbindung. Bestäubt man die Narben von A + B mit einer überflüssigen Menge Pollen, so wird eine grössere

Menge von Eichen befruchtet, wenn der Pollen von A oder B als wenn er von A + B genommen wurde.

Die Fruchtbarkeit der abgeleiteten Bastarde, d. h. ihre Fähigkeit, zu befruchten und befruchtet zu werden, ist im Allgemeinen um so geringer, je mehr sie genaue Mittelbildungen sind, um so grösser, je mehr sie sich in ihrer Erbschaftsformel einer Stammart nähern. Desswegen ist die Verbindung A (A+B) fruchtbarer als A + B, aber unfruchtbarer als A-A(A+B). Wenn also ein einfacher Bastard (A+B) durch wiederholte Befruchtung mit einer der beiden Stammarten in diese zurückgeführt wird, so nimmt die Fruchtbarkeit mit jeder folgenden Generation zu, wie auch die Pflanzen mit jeder Generation der Stammart ähnlicher werden. Bemerkt man keinen Unterschied mehr zwischen der hybriden Verbindung und der reinen Art, so so hat jene auch nahezu oder ganz die vollkommene Fruchtbarkeit wieder erlangt; was bei verschiedenen Speciesbastarden bald schon mit der dritten bald erst mit der siebenten Generation eintrifft. — Kölreuter berichtet, dass der zurückkehrende Bastard von Nicotiana rustica und N. paniculata mit der Abstammungsformel P-P-P-PR oder 3 P-PR gar keine merkliche Differenz von Nicotiana paniculata erkennen liess, dass er aber noch nicht die vollkommene Fruchtbarkeit in den männlichen Organen erreicht hatte, indem der Pollen neben anscheinend normalen noch einige wenige verkümmerte Körner enthielt. Die Erbschaftsformel ist 15 p + r. — Die folgende Generation, abermals durch Befruchtung mit N. paniculata erhalten, mit der Abstammungsformel 4 P + PR und der Erbschaftsformel 31 p + r war in vegetativer und reproduktiver Beziehung identisch mit N. paniculata.

Doch gilt die Regel, dass der Bastard A(A+B) fruchtbarer sei als A + B, und 2A(A+B) fruchtbarer als A(A+B) nicht unter allen Umständen. Es giebt zwei Ursachen für

die nicht seltenen Ausnahmen. Die eine besteht darin, dass die Form A-AB in der Regel unfruchtbarer ist als A-BA und ebenso 2A-AB unfruchtbarer als 2A-BA; ich werde auf diesen Punkt bei der Betrachtung des Einflusses von Vater und Mutter zurückkommen. Dabei trifft es sich zuweilen, dass die Fruchtbarkeit der beiden Formen A-AB und 2A-AB so geschwächt ist, dass die erste Form durch AB und BA, die zweite durch A-BA übertroffen wird. — Eine andere Ursache liegt in der Varietätenbildung; der Bastard A(A+B) tritt häufig in zwei oder mehreren Formen auf, welche eine ungleiche Fruchtbarkeit besitzen und von denen die einen unfruchtbarer sind als A + B.

Diese Varietätenbildung zeigt uns auch, dass wir die allgemeine Regel über die Fruchtbarkeit der abgeleiteten Bastarde nicht so formuliren dürfen, wie es bisher geschehen ist, indem wir nämlich sagen, es seien dieselben um so fruchtbarer, je mehr sie sich in ihren Merkmalen einer Stammart nähern. Sie sind im Gegentheil nur insofern fruchtbarer, als sie durch die Erbschaftsformel ihr näher kommen. Wenn von den Bastarden AB oder AB-AB einige Pflanzen der Stammart A oder B sehr ähnlich sind (während die übrigen einen mittlern Typus bewahren), so zeichnen sich dieselben meistens durch grössere Unfruchtbarkeit aus. Die hybriden Formen A-AB und und B-BA sind den Stammformen ebenfalls sehr ähnlich, aber zugleich auch fruchtbarer als AB und BA.

Eine andere allgemeine Regel, die ich schon in meiner frühern Mittheilung (§ 3) erwähnt habe, ist die, dass ein Speciesbastard bei der Selbstbefruchtung von Generation zu Generation steriler wird. Er stirbt bald schon in der 2. und 3., bald erst in der 9. oder 10. Generation aus. Doch erleidet auch diese Regel ihre Ausnahmen, indem es Artbastarde giebt, deren Fruchtbarkeit von Generation zu Generation zunimmt und wieder vollkommen wird.

Letzteres ist um so eher der Fall, je mehr ein Bastard sich in der Erbschaftsformel einer reinen Art nähert. Ich erwähne nur des einen Beispiels, das in neuester Zeit viel besprochen wurde. Der ursprüngliche Bastard von Triticum vulgare Lin. und Aegilops ovata Lin. (nach der Formel VO), welcher den Namen Aegilops triticoides Requien führt, ist in hohem Grade unfruchtbar. Der abgeleitete Bastard nach der Formel V-VO (also aus der Befruchtung der ursprünglichen hybriden Verbindung durch Triticum vulgare erhalten), welcher Aegilops speltaeformis Jordan heisst, bildet dagegen zahlreiche Samen und pflanzt sich wie eine reine Form fort. — Godron giebt ähnliche Beobachtungen an Arten von Linaria, Nicotiana und Primula an.

Endlich können wir noch als allgemeine Regel aussprechen, dass ein abgeleiteter Bastard um so steriler ist, je mehr verschiedene Arten in demselben vereinigt sind. Der Bastard (A+B)+C ist also unfruchtbarer als A+B, als A+C und als B+C; und der Bastard (A+B)+(C+D) ist steriler als die zwei- und dreigliedrigen Bastarde, die aus A, B, C und D zusammengesetzt sind. Dabei wird aber vorausgesetzt, dass die Arten ungefähr gleich nahe mit einander verwandt seien. Denn wenn A und C sich näher stehen als A und B, so kann (A+B)+C an Fruchtbarkeit die ursprüngliche hybride Form A+B übertreffen; und wenn A mit C näher verwandt ist als A mit B und C mit D, so kann (A+B)+(C+D) fruchtbarer sein als (A+B)+D und fruchtbarer als B+(C+D).

Im Uebrigen wiederhole ich, dass die abgeleiteten Bastardpflanzen der gleichen Generation in ihrem Zeugungsvermögen sich oft sehr ungleich verhalten. Das schliesst jedoch nicht aus, dass es auch Beispiele giebt, wo alle Individuen einer Generation ziemlich gleich fruchtbar sind. Zu diesen Beispielen gehören nach Wichura die Weiden.

Wie mit der Fruchtbarkeit verhält es sich mit der Formbildung. Die abgeleiteten Bastarde sind meistens auch in ihren systematischen Merkmalen sehr variabel. Sie haben die Neigung Varietäten zu bilden, welche, wie bei den ursprünglichen Bastarden, vorzugsweise in einer Annäherung an eine der Stammarten bestehen, indess die Varietäten solcher Bastarde, welche einer Stammart ähnlicher geworden sind, häufig die Reproducirung der ursprünglichen hybriden Form darstellen.

Die Variabilität der abgeleiteten Bastarde zeigt einige Analogie mit der Sterilität; oft nimmt sie mit derselben in gleichem Maasse zu und ab, doch steht sie zuweilen mit ihr im Widerspruch. Im Allgemeinen vermehrt sich die Variabilität bei gleicher Erbschaftsformel, mit den Generationen. Ich habe schon in meiner frühern Mittheilung angeführt, dass der Bastard A + B in der ersten Generation gewöhnlich einförmig ist, und dass er in den folgenden Generationen meistens vielförmig wird. Ebenso werden die hybriden Formen A (A+B), 2A (A+B) und C + (A+B), wenn sie sich durch Selbstbefruchtung oder Inzucht fortpflanzen, variabler.

Die abgeleitete Bastardform ist ferner um so einförmiger, je grösser die Aequivalentzahl, mit der eine Stammart in der Erbschaftsformel erscheint, wenn alles Uebrige namentlich die Generation sich gleich verhält. So ist A (A+B), dessen Erbschaftsformel 3a+b, weniger variabel als (A+B)-(A+B), aber variabler als A+B, weil dieses ein Bastard der ersten, jenes ein Bastard der zweiten Generation ist; ebenso ist 2 A (A+B) mit der Erbschaftsformel 7 a + b weniger variabel als (A+B)(A+B), ebenso weniger variabel als A(A+B)-A(A+B), manchmal selbst als A(A+B), obgleich dieses eine Generation weniger hat; letztere beiden haben die Formel 3a+b.

Endlich kann noch als Regel ausgesprochen werden,

dass, unter übrigens gleichen Umständen, die Variabilität mit der Zahl der in einem Bastard vereinigten Arten zunimmt; indessen lässt sich diess auch auf die Regel zurückführen, dass die Variabilität mit der Abnahme der Aequivalentgrössen sich steigert. Denn wenn die hybride Form (A+B)+(C+D) an Vielförmigkeit (A+B)+(A+C) übertrifft, so kann diess mit dem Umstande zusammenhängen, dass in der erstern die Stammart A mit a, in der zweiten mit 2a enthalten ist. Es kommen auch noch andere Umstände hinzu, welche die Vergleichung erschweren. Wenn z. B. der genannte Bastard (A+B)+(C+D) variabler ist als (A+B)+C, so muss ausser dem, dass dort die Species C mit c, hier mit 2c erscheint, noch berücksichtigt werden, dass in der erstern Verbindung die beiden Eltern Bastarde sind, in der zweiten nur der eine Theil.

Ich habe in der frühern Mittheilung über die Bastardbildung gezeigt, dass es nicht ganz gleichgültig ist, ob zur Bildung des Bastards A + B die Stammart A als Vater oder als Mutter mitgewirkt habe. In den meisten Fällen lässt sich zwar AB äusserlich nicht von BA unterscheiden; aber das Verhalten der folgenden Generationen zeigt, dass innere Differenzen zwischen jenen Formen bestehen. Das Gleiche lässt sich an den abgeleiteten Bastarden nachweisen. Die wechselseitige Befruchtung zweier Formen ergiebt namentlich Unterschiede in der Fruchtbarkeit und in der Variabilität.

Eine besonders bemerkenswerthe Erscheinung ist die, dass Bastarde, mit dem Pollen reiner Arten befruchtet, ein anderes Produkt geben, als wenn die reinen Arten von den Bastarden bestäubt werden. Die Verschiedenheit besteht darin, dass die Bastarde mit der Abstammungsformel A-AB und A-BA viel einförmiger und auch fruchtbarer sind als die Bastarde AB-A und BA-A. Ebenso ist A-BC einförmiger und fruchtbarer als BC-A; ebenso A-(BC-B) weniger variabel

als (BC-B)-A. Der hybride Pollen hat also in höherm Grade als das hybride Ovulum die Fähigkeit, seiner Nachkommenschaft eine grosse Vielgestaltigkeit und relative Sterilität zu verleihen.

Gärtner führt ferner mehrere Beispiele an, wo die Bastarde von der Form AB-BA absolut unfruchtbar sind, während einige davon in der Form AB-AB noch einige Fruchtbarkeit besitzen. So ist der Bastard von Aquilegia atropurpurea und A. canadensis von der Zusammensetzung AC-CA vollkommen steril, während CA ausgezeichnet fruchtbar ist und sich fast wie eine reine Art mit unverändertem Typus fortpflanzt.

Es scheint endlich allgemeine Regel zu sein, dass die hybride Form A-AB weniger fruchtbar ist als A-BA. — Hieher gehört ebenfalls die allgemeine Thatsache, dass A-AB viel steriler ist als B-AB d. h. dass ein Bastard (AB), durch seinen Vater (A) befruchtet, ein zur Fortpflanzung viel untauglicheres Produkt giebt, als wenn er von seiner mütterlichen Pflanze (B) bestäubt wird. Die Vermuthung liegt hier zwar nahe, dass das Resultat nicht durch den Einfluss des Vaters und der Mutter, sondern der beiden Stammarten bedingt werde. Wenn das Bastardirungsäquivalent von B grösser wäre als dasjenige von A (also $b > a$), so würde sich die grössere Sterilität von A-AB gegenüber von B-AB leicht begreifen. Denn die letztere Form würde sich B mehr nähern, als die erstere sich A nähert. Diese Voraussetzung trifft zwar für einige Fälle ein, nicht aber für alle. So ist der Bastard von Nicotiana rustica und N. paniculata von der Form P-PR weniger fruchtbar als R-PR, und, wie ich früher zeigte, ist $p < r$. Dagegen ist der Bastard von Dianthus barbatus und D. superbus von der Zusammensetzung S-SB viel steriler als B-SB und doch ist $b < s$; und ebenso ist der Bastard von Aquilegia atro-

purpurea und A. canadensis von der Form C-CA weniger fruchtbar als A-CA, und doch ist $a < c$.

---

22. Die Theorie der Bastardbildung.

(Vorgetragen den 13. Januar 1866.)

Kaum würde ich daran gedacht haben, den Mittheilungen über die hybride Befruchtung im Pflanzenreiche eine allgemeine theoretische Betrachtung folgen zu lassen, wenn nicht neulich von Wichura eine solche Theorie veröffentlicht worden wäre. Da die Ansichten, die ich über diesen Punkt hege, von denen des genannten verdienstvollen Beobachters abweichen, und wie ich glaube, den Thatsachen besser entsprechen, so halte ich es für Pflicht, dieselben ebenfalls mitzutheilen.

Schon Darwin suchte die Erscheinungen, welche die Bastarde darbieten, zu verallgemeinern. Er knüpft dabei an die Schwächung der Geschlechtsorgane an, welche in seiner Transmutationslehre überhaupt eine grosse Rolle spielt. Bei den Bastarden entstehe dieser Schwächezustand aus der unnatürlichen Vereinigung von nicht zusammengehörigen Individuen. In analoger Weise leiden Pflanzen und Thiere, welche aus ihren natürlichen Verhältnissen gerissen werden, vorzugsweise in der Geschlechtssphäre und werden dadurch mehr oder weniger unfruchtbar. Eine gemeinsame Folge der verminderten Fortpflanzungsfähigkeit sei bei den Bastarden und bei den unter ungünstige Einflüsse gebrachten reinen Formen die grosse Neigung zum Variiren.

Doch gesteht Darwin selbst zu, dass diese Theorie nichts erkläre, und dass er nur zwei Erscheinungen, die offenbar verwandt seien, habe in Parallele bringen wollen. Die Unfruchtbarkeit der Bastarde leitet er davon her, dass, wenn zwei Organisationen in Eine verbunden werden, dabei nothwendig einige Störungen in der Entwicklung oder in der periodischen Thätigkeit oder in den Wechselbeziehungen der verschiedenen Theile und Organe zu einander oder endlich in den Lebensbedingungen veranlasst werden. Für die Sterilität der reinen Formen, welche unnatürlichen Lebensbedingungen ausgesetzt werden, weiss er keinen Grund anzugeben.

Abgesehen davon, dass manche Eigenthümlichkeiten der Bastarde, wie Darwin selbst sagt, aus seiner Theorie sich nicht erklären lassen, ist dieselbe im Allgemeinen unvollständig, weil sie nur ein beschränktes Gebiet von Thatsachen umfasst. So lässt sie die grosse Fruchtbarkeit der Varietätenbastarde und die verminderte Fruchtbarkeit der durch Inzucht fortgepflanzten Racen unberücksichtigt. Weil sie diess thut, vermag sie auch nicht den Grund für die Sterilität der Artbastarde auf überzeugende Weise darzuthun. Denn die Vereinigung von zwei verschiedenen Naturen erklärt uns nicht, warum so viele hybriden Pflanzen in vegetativer Hinsicht selbst besser gedeihen als die Eltern, in der Reproduction aber sich weniger fähig erweisen.

Die Theorie von Wichura hat zur Grundlage die Darwin'sche Anpassung der Organismen an die äussern Verhältnisse. Wenn zwei Arten zusammen einen Bastard bilden, so gehen die Eigenschaften, in denen die Eltern von einander abweichen, nicht vollständig auf ihn über, sondern sie vereinigen sich zu mittlern Eigenschaften, welche nur unvollkommen accomodirt seien. Es verhalte sich damit immer wie etwa mit einem Bastard zwischen Fisch und

Vogel, wenn ein solcher möglich wäre; er würde im Wasser nicht recht schwimmen, in der Luft nicht recht fliegen können. Aus dieser Theorie erkläre sich die Thatsache, dass Bastarde nahe verwandter Species, die also nur in einer geringen Zahl von Merkmalen differiren, vollkommner sind als solche von entfernten Arten; — ferner die Thatsache, dass die Bastarde um so unfruchtbarer werden, je mehr Species in ihnen verbunden sind; — und endlich der Umstand, dass nur solche Species sich hybrid vereinigen können, die in verhältnissmässig vielen Eigenschaften und dem entsprechend in vielen Lebensbedingungen mit einander übereinstimmen.

Wichura sagt ferner, die Eigenthümlichkeiten einer Pflanze seien auch in ihren Zellen enthalten, da diese zu gleichen Zweigen auswachsen können. Keimbläschen und Pollenschlauch tragen als Zellen ebenfalls den Typus des Individuums an sich, und bilden daher nothwendig ein Mittelding zwischen Vater und Mutter. Bei der Fortpflanzung kommen aber häufig Varietäten zum Vorschein; es müsse der Keim dazu in der Pollenzelle oder im Keimbläschen gelegen haben. Diesen Geschlechtszellen müsse man also nicht bloss die Function zuschreiben, das Individuum fortzupflanzen, sondern auch die Fähigkeit, abweichende Neubildungen hervorzubringen.

Was zuerst die Theorie im Allgemeinen betrifft, so bin ich mit Wichura vollkommen einverstanden, dass die Bastarde sich dem Gesetze der Accomodation an die äussern Verhältnisse ebensowohl fügen müssen, als die reinen Formen. Allein gegen die Art seiner Anwendung hege ich folgende zwei Bedenken.

1) Es ist zwar richtig, dass der Bastard als eine Mittelbildung zwischen zwei Formen den Existenzbedingungen der einen und der andern Form unvollkommen angepasst ist. Daraus folgt aber bloss, dass er an dem einen

Ort von der väterlichen, an einem andern von der mütterlichen Pflanze überwunden und verdrängt wird, nicht aber, dass er an einem dritten Orte unter mittlern Bedingungen nicht vollkommen existenzfähig sei und selbst seine Eltern zu verdrängen vermöge. — Es giebt ferner in einzelnen Gattungen Mittelformen zwischen den Arten, welche ebenso kräftig sich entwickeln und ebenso fruchtbar sind als diese Arten. Sind sie auch nicht hybriden Ursprungs, so könnte doch ein Bastard zwischen den betreffenden Arten mit Hinsicht auf Formbildung und auf Anpassung an die äussern Verhältnisse nicht anders ausfallen. — Endlich ist zu berücksichtigen, dass bei den künstlich erzogenen Bastarden die Anpassung eigentlich gar nicht in Betracht kommt. Die väterliche und die mütterliche Art befinden sich in Kultur und gedeihen ganz gut. Sie sind beide den Verhältnissen des Gartens hinreichend angepasst; es ist somit nicht denkbar, warum diese Accomodation einer mittlern Bildung mangeln sollte.

2) Die ungenügende Anpassung an die äussern Lebensbedingungen kann sich erst offenbaren, wenn das hybride Produkt mit diesen Bedingungen in Conflikt kommt, also beim Keimen des Samens und beim Aufwachsen der jungen Pflanze. Die Abneigung zweier differenter Arten gegen die geschlechtliche Vereinigung zeigt sich aber schon bei der Befruchtung, welche bald gar nicht, bald langsam und vereinzelt eintritt, und bei der Bildung des Embryo, welcher sich kümmerlich entwickelt und oft in frühen Stadien zu Grunde geht. Die Annahme, dass diese Erscheinungen Folge der mangelhaften Accomodation seien, ist eine rein teleologische, denn sie muthet der Pflanze zu, dass sie zum Voraus alles das unterlasse oder lässig betreibe, was sich doch späterhin unter den gegebenen äussern Verhältnissen als unzweckmässig erweisen würde.

Mit Rücksicht auf die zweite Theorie von Wichura

bin ich zwar ebenfalls der Ansicht, dass die Eigenthümlichkeit einer Pflanze sich mehr oder weniger vollständig in jeder Zelle ausdrücke, somit auch in der Pollenzelle und im Keimbläschen. Allein ich bin geneigt, andere Folgerungen daraus zu ziehen. Wichura sagt: Vater und Mutter liefern bei der Zeugung einen numerisch gleichen Theil, nämlich eine Zelle und da diese Zellen den Typus des Individuums, von dem sie stammen, an sich tragen, so müsse das Produkt genau die Mitte halten und das Nämliche bleiben, wenn man in wechselseitiger Kreuzung Vater und Mutter vertausche. Diese Theorie wäre nach meiner Ansicht dann berechtigt, wenn die beiden sich vereinigenden Zellen quantitativ und qualitativ sich gleich verhielten; und ich glaube, dass gegen ihre strenge Anwendung, was den väterlichen und mütterlichen Einfluss betrifft, bei den Conjugaten (die ihre Samen durch Conjugation gleichwerthiger Zellen bilden) nichts einzuwenden sei. Allein bei allen geschlechtlichen Pflanzen (Cryptogamen und Phanerogamen) ist die materielle Betheiligung des Vaters und der Mutter eine ungleiche, sowohl in der Menge als in der Beschaffenheit der zur Zeugung verwendeten Substanz. Daraus folgt, wie mir scheint, unabweislich, dass die Uebertragung der Eigenschaften eine ungleiche sein muss, und dass die beiden hybriden Formen AB und BA nicht identisch sein können. Dem entsprechend zeigt, wie ich in den vorhergehenden Mittheilungen angeführt habe, die Beobachtung, dass auch in den Fällen, wo AB und BA sich durch keine wahrnehmbaren äussern Merkmale unterscheiden, innere Verschiedenheiten vorhanden sind, die sich in den folgenden Generationen geltend machen.

Ebenso wenig ist die andere Folgerung gerechtfertigt, dass die zwei sich bastardirenden Pflanzenformen, weil sie sich je mit einer Zelle betheiligen, gleich viel an das hybride Produkt beitragen. Denn es ist ja nicht gesagt, dass zwei

verschiedene Pflanzen ihre Fortpflanzungszellen quantitativ und qualitativ gleich ausstatten. Im Gegentheil, wir dürfen wohl annehmen, dass die Fortpflanzungszellen verschiedener Arten, Varietäten und selbst der Individuen immer ungleich constituirt sind, und dass daher diejenige Pflanze, welche den wirksamen Stoff in grösster Menge und in bester Qualität bildet, bei der Zeugung stets das Uebergewicht erlange.

Wenn ich Wichura recht verstehe, so legt er die Varietätenbildung in die Geschlechtszellen. Das würde aber mit der Annahme im Widerspruche stehen, dass dieselben den Typus des Individuums an sich tragen, von dem sie gebildet wurden. Mir scheint es rationeller, anzunehmen, dass die Veränderung in allen Zellen vor sich gehe und dass die Pollenzellen sowie die Keimbläschen darin keinen Vorzug besitzen, dass also die Fortpflanzungszellen in Wirklichkeit immer das Symbol der ganzen Pflanze sind. Auf den Nachweis, wie sich hieraus die grössere Variabilität bei der Fortpflanzung als bei der geschlechtslosen Vermehrung erklären lässt, will ich hier nicht eintreten, da ich davon später noch sprechen werde.

Nach meiner Ansicht ist es nicht die Accommodation an die äussern Existenzbedingungen, welche die eigenthümlichen und sich scheinbar widersprechenden Erscheinungen der Bastardbildung wie die Steigerung oder Schwächung in den vegetativen und reproduktiven Functionen, sowie die vermehrte Variabilität der hybriden Produkte bedingt. Dieselbe war nur bei der Constituirung der Bastardeltern, d. h. der reinen Formen massgebend. Bei der Bildung der Bastarde selbst kommt nur die innere Anpassung, wenn ich mich so ausdrücken darf, oder vielmehr die innere Zusammenpassung, d. h. die gegenseitige Abhängigkeit der Organisations- und Functionsverhältnisse in Betracht; und die

Eigenschaften der Bastarde sind uns der schönste Beweis dafür, dass eine solche Abhängigkeit besteht.

Unter den nächst verwandten Organisationsformen giebt es immer eine, welche den gegebenen äussern Verhältnissen am vortheilhaftesten accommodirt ist und welche daher die andern verdrängt. Es ist die Varietät oder die Art, die auf einem Standort Constanz gewonnen hat. Eine bessere Anpassung ist, solange eine äussere Veränderung nicht eintritt, unmöglich, sonst würde sie sich gebildet haben.

Die Anpassung wird aber nicht bloss durch die äussern Verhältnisse, sondern auch durch alle innern Momente bedingt. Der Organismus ist einer äusserst complizirten Maschine zu vergleichen, deren Theile alle in einander greifen und sich gegenseitig bedingen. Kein Theil kann sich verändern, ohne dass auch eine entsprechende Modification in allen übrigen Theilen erfolgt. Wenn z. B. eine Pflanze sich so in ihren Blattorganen umbildet, dass sie eine grössere Menge Wasser verdunstet als früher, so müssen auch die Wurzeln und Stengel modifizirt werden, jene dergestalt, dass sie mehr Wasser aufnehmen, diese, dass sie mehr Wasser leiten. Dazu kommt eine grössere Verdunstungskälte, eine lebhaftere Bewegung der Flüssigkeit, ein leichterer Transport von gelösten Stoffen nach oben, eine vermehrte Aufnahme von unorganischen Stoffen. Alle diese Ursachen werden unmittelbar eine Reihe von Veränderungen im Gewebe und in der chemisch-physikalischen Beschaffenheit nach sich ziehen; diese werden andere Modificationen hervorrufen, und so kann am Ende bloss aus der grössern Verdunstung eine innere und äussere Umbildung von unabsehbarer Tragweite hervorgehen. Für die Pflanze, welche von den brennenden Sonnenstrahlen leidet, wäre eine vermehrte Verdunstung sehr zuträglich; aber die Folgen, welche diese nach sich zieht, bringen ihr in anderer Beziehung Nachtheile von grösserem Belange. Desswegen verzichtet sie auf jene vortheilhafte

partielle Anpassung an die äussern Verhältnisse, weil in Folge der nothwendigen innern Beziehungen die äussere Gesammtanpassung leiden würde. Wenn ich sage, sie verzichte darauf, so verstehe ich natürlich darunter nichts anderes, als dass die Veränderungen, die sich allenfalls in jener Richtung bilden, wegen ihrer geringern Existenzfähigkeit verdrängt werden.

Wir haben also neben der äussern Anpassung auch noch die innere Zusammenpassung aller Organisations- und Functionsverhältnisse, von denen die eine die andere beschränkt. Wir können uns denken, dass bei der besten innern Anpassung zwischen allen wirksamen Kräften ein gewisses Gleichgewicht bestehe. Dasselbe kann gestört werden und die Pflanze kann dadurch leiden, ohne dass die äussere Accommodation sich änderte. Es ist möglich, dass die kranke und sterbende Pflanze nicht besser an die äussern Verhältnisse angepasst sein könnte; sie geht zu Grunde, weil das Zusammenwirken der verschiedenen Functionen in irgend einer Weise unterbrochen wurde. Dass äussere Accommodation und inneres Gleichgewicht nicht identisch sind, sehen wir namentlich auch deutlich an den verschiedenen Arten einer Gattung, welche man in Kultur bringt. Obgleich sie ungleichen Verhältnissen angepasst wurden, gedeihen sie auf dem nämlichen Gartenbeet, wo sie dem Kampfe um das Dasein entzogen sind, gleich gut. Wenn einzelne Individuen der einen oder andern Arten kümmerlich, wenn einzelne üppig gedeihen, so ist es, weil das innere Gleichgewicht in jenen besonders gestört, in diesen besonders vollkommen ist. Ich will dieses Gleichgewicht fortan mit dem Ausdrucke Zusammenpassung oder Concordanz bezeichnen.

Wir müssen zwei Arten der Zusammenpassung oder der Concordanz unterscheiden, die vegetative und die reproductive oder geschlechtliche, entsprechend den beiden Hauptfunctionen des

Organismus: die eine darin bestehend, dass er in der Wechselwirkung mit den äussern Einflüssen sich selbst erhält, die andere, dass er Keime für neue Individuen bildet. Beide Functionen können ganz ungleich entwickelt sein, woraus hervorgeht, dass sie nicht von den nämlichen Bedingungen abhängen. Es giebt Pflanzen, die eine sehr üppige vegetative Entwicklung zeigen, aber wenig Samen bilden. Es giebt andere, welche sehr reichlich Samen tragen, aber in vegetativer Hinsicht sich kümmerlich entwickeln. Bei den meisten Gewächsen besteht selbst ein gewisser Gegensatz zwischen den beiden Functionen, so dass die eine um so mehr zurücktritt, je lebhafter die andere von statten geht. Pflanzen, die sehr stark ins Holz und Laub treiben, können gänzlich unfruchtbar, solche, die viele Früchte und Samen ansetzen, können bis zur Erschöpfung fruchtbar sein.

Die vegetative Zusammenpassung, welche der Pflanze das lebhafteste Wachsthum gestattet, ist somit verschieden von der sexuellen Concordanz, welche eine reichliche Befruchtung und Samenbildung veranlasst. Es können nicht beide zugleich vollkommen sein; sie bedingen sich gegenseitig und stehen im umgekehrten Verhältnisse zu einander; wird die eine vollkommen, so muss die andere sehr gestört werden. Die Pflanzenformen bedürfen zu ihrer Erhaltung bald mehr einer kräftigen vegetativen Entwickelung, bald mehr der Erzeugung von zahlreichen Samen. Daher bildet sich im Kampfe um das Dasein in jeder Species und Varietät die vortheilhafteste Combination zwischen Vegetation und Reproduction aus. Selten giebt die Pflanze die eine zu Gunsten der andern fast ganz preis, wie zum Beispiel in einigen kümmerlichen einjährigen Formen, die eine Unmasse von Samen erzeugen, oder in einigen Formen mit reichlicher Laubspross- oder Stolonenbildung, die es aber selten zur Fructification bringen. Meistens bildet sich ein mittlerer Zustand aus, so dass sowohl die vegetative als die repro-

duktive Zusammenpassung unvollkommen ist. Die Kultur, welche die Gewächse dem Kampfe um das Dasein entzieht, kann die eine auf Kosten der andern vervollkommnen, je nachdem ihr Zweck Samenbildung oder irgend eine Seite des vegetativen Lebens (Bildung von Blättern, Wurzeln, Zweigen etc.) ist.

Ich habe bloss zwischen vegetativer und geschlechtlicher Concordanz unterschieden, weil dadurch der wichtigste und folgenreichste Gegensatz ausgedrückt wird. Von der vegetativen Concordanz giebt es verschiedene Modificationen, welche sich in der Steigerung gewisser Processe kundgeben und welche ebenfalls in einem gewissen Gegensatze zu einander stehen. Doch haben diese Unterscheidungen für die wildwachsenden Pflanzen eine geringere Bedeutung als für die Kulturgewächse, und bei der Theorie über die Bastardbildung finden sie ohnehin keine Anwendung, da es sich hier vorerst nur um den tiefgreifenden Widerspruch von vegetativer und sexueller Zusammenpassung handelt. — Noch füge ich die Bemerkung bei, dass, wie schon der Name ausdrückt, die sexuelle Concordanz bloss auf die Bildung der Pollenzellen und der Keimbläschen sowie deren Mutterorgane, der Staubgefässe und Eichen, abzielt. Alles Uebrige gehört der vegetativen Sphäre an, selbst die Bildung der Blumenblätter und der Fruchtwandungen, ebenso die geschlechtslose Vermehrung; denn alle diese Erscheinungen bilden den gleichen Gegensatz gegenüber der Samenbildung und werden durch die nämlichen Ursachen bedingt. Eine Pflanze, die sich üppig entwickelt, hat in der Regel auch die Neigung zu einer lebhaften geschlechtslosen Vermehrung u. s. w.

An dem Organismus unterscheiden wir zwei Kategorieen von Eigenschaften, die individuellen und die allgemeinen; letztere bilden die Varietät oder die Species. In gleicher Weise müssen wir auch zwei Arten der Zusammenpassung

unterscheiden. Die allgemeine oder generelle Concordanz ist in allen Pflanzen einer systematischen Form die nämliche, aber sie ist in verschiedenen Varietäten und Species ungleich. Daher rührt das ungleiche Wachsthum und Gedeihen, die ungleiche Fruchtbarkeit der verschiedenen Pflanzenarten. Die ungünstiger zusammengepassten müssten denen mit günstigerer Concordanz weichen, wenn nicht eine ungleiche Accommodation an die unendlich manigfaltig combinirten äussern Verhältnisse einer jeden da oder dort eine bedingte Existenz sicherte.

Die individuelle Zusammenpassung ist in den einzelnen Pflanzen der gleichen Art oder Varietät verschieden. Die einen Individuen sind glücklicher zusammengepasst als die andern; sie werden üppiger und stärker, oder sie bringen mehr und bessere Samen hervor.

Da die Zusammenpassung der Organisations- und Functionsverhältnisse im Organismus eine überaus complizirte und künstliche ist, so wird sie auch durch äussere Einwirkungen sehr leicht gestört. Wenn in irgend einem Individuum die Concordanz einmal vollkommen wäre, so müsste sie im nächsten Augenblicke durch hundert verschiedene Eindrücke gelitten haben. Sie könnte nur dann unverändert bleiben, wenn die Kräfte, die von aussen auf das Individuum wirken, und die Gegenwirkung des letztern sich constant aufheben würden. Diess ist jedoch nicht der Fall, weil die Reaction der Pflanze nach aussen ganz anderer Art ist, als die Eindrücke, die sie empfängt.

Die Störungen geschehen aber, ebenfalls in Folge der äusserst complizirten Zusammenpassung, in den verschiedenen Individuen in verschiedener Weise. Denken wir uns, die Individuen einer Art oder einer Varietät wären einmal alle gleich, so müssten die äussern Einflüsse auch gleiche Störungen hervorrufen. Aber die Einflüsse, die zu gleicher Zeit auf mehrere Pflanzen einwirken, sind nie vollkommen

identisch, und wenn sie auch noch so geringe Verschiedenheiten zeigen, so müssen in entsprechendem Masse auch die Störungen, die sie veranlassen, verschieden sein. Die letztern lassen aber dauernde innere Veränderungen zurück, und so sind die Individuen, die in einem Momente vollkommen gleich waren, in kurzer Zeit schon innerlich verschieden.

Von diesen innern Veränderungen haben einzelne die Neigung, sich weiter auszubilden; sie nehmen den Charakter von Dispositionen oder Gewohnheiten an. Die Eigenschaft des Organismus, welche ihn am meisten befähigt, seine Individualität auszuprägen und sich von den andern Individuen zu entfernen, ist die, dass gewisse innere Bewegungen oder Veränderungen, die einmal eingetreten sind, sich nicht bloss bei gleicher Veranlassung sondern auch bei Veranlassungen wiederholen, die nur in bestimmten Beziehungen analog, in andern aber verschieden sind. Der Organismus äussert auf ungleiche äussere Eindrücke die nämliche Reaction, was wir seine Disposition nennen; er giebt unter ungleichen Verhältnissen die nämlichen Lebenserscheinungen kund, was wir seine Gewohnheit heissen. Es handelt sich nicht darum, für diese Thatsache eine Erklärung zu geben, welche ohne Zweifel in der complizirten Vermittelung, welche äussere und innere Ursachen im Organismus erfahren, zu suchen wäre, wesswegen auch Disposition und Gewohnheit um so ausgeprägter auftreten, je complizirter der Organismus ist. Es genügt für den vorliegenden Zweck an die allgemeine Verbreitung der Thatsache in der organischen Welt zu erinnern. Wenn wir sie auch vorzugsweise im Thierreich und beim Menschen kennen, so ist es doch gewiss, dass die Pflanzen eben so gut ihre Dispositionen und Gewohnheiten haben. Es kommt jedem Individuum eine eigenthümliche chemisch-physikalische Constitution zu, vermöge welcher eine ganze Gruppe von äussern oft sehr verschiedenen Ursachen die nämliche Störung, die nämliche

dauernde Veränderung und somit die Ausbildung und Steigerung eines bestimmten Charakters veranlassen, während in einem andern Individuum mit anderer Disposition auf die nämlichen Einflüsse Störungen und Veränderungen in anderer Richtung erfolgen und ein anderer Charakter sich entwickelt [5].

Die ursprünglich gleichartigen Individuen einer systematischen Form haben also die Tendenz, immer ungleicher zu werden. Eine Veränderung des Individuums selbst ist bei den Pflanzen leicht möglich, da dieselben in ihrer grossen Mehrzahl fortwährend wachsen und das Leben unausgesetzt in neue Organe übergeht. Aber alle Gewächse haben eine begrenzte Dauer; sie erzeugen neue Individuen, die an ihre Stelle treten. Diese besitzen die gleichen Eigenschaften und Dispositionen wie die Mutterpflanzen und sind somit im Stande, die in denselben begonnenen Veränderungen fortzusetzen und weiter auszubilden. Wir können eine Reihe von Generationen gewissermassen einem langlebigen Individuum gleich setzen. Doch ist diess nur bei der ungeschlechtlichen Fortpflanzung in aller Strenge richtig; bei der geschlechtlichen Befruchtung tritt eine gewisse Modification ein.

Die Fortpflanzung besteht darin, dass ein Theil von dem Individuum sich loslöst und zu einem neuen vollständigen Individuum sich entwickelt. In dem Organismus sind alle Theile auf's innigste verbunden. Eine Störung der Zusammenpassung und eine dadurch bewirkte Veränderung in der chemisch-physikalischen Constitution macht sich überall in der ganzen Pflanze in annähernd gleicher Weise

---

5) Die Varietätenbildung ist immer die Weiterführung einer individuellen Veränderung und, wie diese, in keinem unmittelbaren Zusammenhang mit den äussern Verhältnissen, wie ich in der Mittheilung vom 18. November nachgewiesen habe.

geltend. Der zum Behufe der Fortpflanzung sich lostrennende Theil, er mag eine Zelle, ein Zellencomplex oder ein Complex von Organen sein, hat daher die Eigenthümlichkeiten der Mutterpflanze. Die Tochterpflanzen sind der letztern ganz ähnlich, ob man ein Wurzelstück, ein Stengelstück, ein Blatt, einen Ausläufer oder eine Brutknospe zur Vermehrung benutze.

Die gewöhnliche Ansicht geht dahin, dass bei der geschlechtslosen Fortpflanzung bloss Gewächse gebildet werden, welche der Mutterpflanze selbst in den individuellen Merkmalen gleichen, und dass neue Varietäten einzig durch geschlechtliche Fortpflanzung hervorgebracht werden. Wir begreifen, dass aus Ablegern, Pfropfreisern, Stecklingen u. s. w. Pflanzen erwachsen, die mit dem Mutterindividuum beinahe identisch sind, da sie dasselbe in morphologischer Continuität fortsetzen. Aber die Annahme, dass die geschlechtslose Vermehrung keine Varietäten bilden könne, scheint mir nicht gegründet. Es ist unzweifelhaft, dass unsere Obst- und Weinsorten [6]) nur zum kleinsten Theil aus Samen entstanden sind, und dass diese Sorten nur einer hinreichend langen Zeit bedürften, um sich zu Varietäten auszubilden, die auch bei der Fortpflanzung durch Samen sich constant erweisen würden. Die Frage ist bloss, ob einer Pflanzenform, die sich allein auf geschlechtslosem Wege vermehrt, eine so lange Dauer vergönnt sei; ich werde hierauf später noch zurückkommen.

Die Angabe, dass aus Samen eine formenreiche und variable, aus Stecklingen eine einförmige Nachkommenschaft erwachse, ist für eine Menge von Fällen unbestreitbar. Daraus folgt aber noch nicht mit Nothwendigkeit, dass nur

---

6) A. de Candolle (Géogr. bot. 1081) nimmt an, dass alle Sorten der Weinrebe sich auf dem Wege der ungeschlechtlichen Vermehrung gebildet haben.

auf dem erstern Wege Varietäten gebildet werden. Denn es darf nicht übersehen werden, dass die Ursache der Variabilität bei der Fortpflanzung durch Samen fast ohne Ausnahme die Kreuzung mit andern Individuen derselben Varietät oder selbst mit andern Varietäten ist. Diess ist um so wahrscheinlicher, da durch den Wind und besonders durch die blüthenbesuchenden Insekten fortwährend Blüthenstaub von einer Pflanze auf die andere übertragen wird, und da die Pollenkörner eines andern aber verwandten Individuums gewöhnlich die Wirksamkeit des eigenen Pollens ausschliessen.

Es handelt sich aber nicht darum, auf welchem Wege in der gegenwärtigen Zeit, nachdem verschiedene Varietäten bereits bestehen, neue und namentlich mittlere Varietäten gebildet werden, sondern wie die Varietäten ursprünglich aus einer einzigen Form, wo also von Kreuzung noch nicht die Rede sein konnte, entstanden seien. Die Frage ist also in ihrer einfachsten Fassung, ob ein Individuum bei der Samenbildung durch Selbstbefruchtung eine variablere Nachkommenschaft gebe als durch geschlechtslose Vermehrung? — und in complizirterer Fassung, ob die Nachkommenschaft eines einzigen Individuums, deren Stammbaum durch strenge Inzucht aber durch gegenseitige Befruchtung zwischen den verschiedenen Individuen aufgebaut wurde, vielförmiger sei als eine andere ebenso zahlreiche Nachkommenschaft, die in einer gleichen Zahl von Jahren durch wiederholte Bildung von Ausläufern, Brutzwiebeln, Knollen u. d. gl. entstanden ist?

Ich glaube nicht, dass man diese Frage auf Thatsachen gestützt bejahen, und dass man irgend einen empirischen Beweis für die varietätbildende Kraft der geschlechtlichen Befruchtung geben könnte. Versuche zu diesem Zwecke sind zwar nicht angestellt worden; aber man weiss, dass die Nachkommenschaft vorzugsweise nach stattgefundener Kreuzung manigfaltig ist, und dass sie bei Selbstbefruchtung ziem-

lich einförmig ausfällt. Andererseits führt die geschlechtslose Vermehrung oder die Sprossbildung des Pflanzenstockes hin und wieder zu sehr bedeutenden Abweichungen. Es sind verschiedene Beispiele bekannt, wo an einem Baum oder Strauch plötzlich ein Zweig mit anderer Blattbildung, Blüthenbildung, Behaarung, Färbung oder Verzweigung hervorbricht. Im Münchener botanischen Garten steht eine Buche mit geschlitzten Blättern, an welcher ein Ast gewöhnliche ungetheilte und ganzrandige Blätter trägt. Ich zweifle daran, dass eine Aussaat von Samen, die durch Selbstbefruchtung erzeugt wurden, je grössere Abweichungen aufzuweisen im Stande ist.[7])

Betrachten wir die Sache von der theoretischen Seite, so dürfte die Wahrscheinlichkeit ebenfalls nicht der gewöhnlichen Ansicht zur Seite stehen. Die Pollenzelle sowie das Keimbläschen sind Theile des Individuums und können somit keine andern Eigenschaften an sich haben als dieses. Die Theile einer Pflanze werden aber unter einander etwelche Verschiedenheiten zeigen; so ist es denkbar, dass, wenn eine Pflanze einerseits durch Wurzelstecklinge, andererseits durch

---

7) Bei den Farnen vollzieht sich eine solche Veränderung einer Varietät in die andere an dem nämlichen Blatt, indem der untere und innere Theil desselben normal gebaut ist und der gewöhnlichen Form entspricht, während der peripherische Theil sich abnormal verhält, so bei Scolopendrium vulgare laceratum und Sc. v. Cristagalli. Nach den interessanten Beobachtungen von Kencely Bridgman (Annals and Magazine of Natural History VIII, 490) gehen aus Sporen, die auf dem normalen Theil des Blattes erzeugt wurden, durchgängig Pflanzen der gewöhnlichen Form auf: aus Sporen von dem abnormen Theil der Blattspreite dagegen reproducirt sich die Varietät. Dabei ist jedoch zu beachten, dass die Sporenbildung der Gefässcryptogamen, weil sie ohne geschlechtliche Befruchtung erfolgt, mit Rücksicht auf die vorliegende Frage nicht der Samenbildung der Phanerogamen analog gesetzt werden kann.

Blätter vermehrt, und wenn die nämlichen Vermehrungen durch eine Reihe von Generationen wiederholt würden, man zuletzt zwei verschiedene Formen erhielte. Wir dürfen ferner wohl annehmen, dass die grösste Verschiedenheit, die innerhalb eines Individuums möglich ist, zwischen Pollenzellen und Keimbläschen sich kund giebt. Bei der Befruchtung muss aber immer eine mehr oder weniger mittlere Bildung zwischen denselben herauskommen, und wenn wir die Pollenkörner unter sich und die Keimbläschen unter sich gleich voraussetzen, so können die Differenzen zwischen den Tochterpflanzen eines Individuums nur insofern erklärt werden, als an den einen die Pollenschläuche, an den andern die Keimbläschen einen grössern Antheil haben. Es sind zwar gewiss auch individuelle Verschiedenheiten zwischen den Pollenkörnern einer Pflanze, ebenso zwischen ihren Keimbläschen vorhanden. Sie kommen aber hier nicht in Betracht, weil gleiche individuelle Verschiedenheiten auch den Zellen, welche die geschlechtslose Vermehrung einleiten, zugeschrieben werden müssen.

Somit ergiebt uns die Theorie durchaus keinen Grund, um der Fortpflanzung durch Samen eine grössere Variabilität beizumessen als der geschlechtslosen Vermehrung. Nur in einer Beziehung ist jene vielleicht bevorzugt. In den Organismen schlummern Anlagen und Dispositionen, welche durch innere Veränderungen bedingt werden und unter fördernden äussern oder innern Verhältnissen sich entwickeln. Wir beobachten nun, dass die Ausbildung solcher Anlagen vorzugsweise dann eintritt, wenn der morphologische Aufbau der Pflanze neue Abschnitte beginnt. Ein Spross, der einmal angefangen hat, verändert sich nicht mehr wesentlich, wenn er noch so lange fortwächst; dagegen kann ein neu beginnender seitlicher Spross, wie ich vorhin erwähnte, mit ganz anderen Merkmalen auftreten. Diess scheint nun in erhöhtem Masse bei der geschlechtlichen Fortpflanzung statt zu finden; die-

selbe vermag zwar in der einzelnen Veränderung nicht mehr zu leisten als die geschlechtslose Vermehrung. Aber die Ausbildung von innern Anlagen, die auf geschlechtslosem Wege nur langsam gefördert wird, tritt viel schneller und leichter bei der Samenbildung ein, kann sich also hier auch öfter in der gleichen Zeit wiederholen.

Wir können somit, um auf unser Thema zurückzukommen, eine Reihe von Generationen, welche durch geschlechtslose Vermehrung oder durch Samenbildung vermittelst Selbstbefruchtung aus einander hervorgehen, einem Individuum von derselben Dauer gleichsetzen. Wie in dem Individuum die Störung der Zusammenpassung Dispositionen schafft, die sich immer weiter ausbilden, so muss der gleiche Process auch durch eine Reihe von Generationen sich vollziehen; — und wie in mehreren ursprünglich gleichen Individuen die Veränderungen nothwendig in verschiedenen Richtungen erfolgen, so müssen mehrere Generationenreihen, die von einem einzigen, ursprünglichen Individuum ausgehen, ebenfalls ungleichartige Störungen der Concordanz ausbilden.

Wenn eine Störung der Zusammenpassung unaufhörlich gesteigert wird, so gelangt sie einmal dahin, dass sie mit der Fortdauer des Lebens unverträglich wird. Daher muss das Individuum und die durch Selbstbefruchtung fortgesetzte Generationenreihe endlich aussterben. Wenn dagegen verschiedene Individuen sich mit einander paaren, so ist die grösste Wahrscheinlichkeit vorhanden, dass die Störung der Concordanz sich vermindert. Nur wenn dieselbe zufällig in den beiden sich paarenden Individuen dieselbe wäre, so hätte die Nachkommenschaft die gleichen ungünstigen Dispositionen wie die Eltern. Diess wird aber höchst selten und wohl nur dann eintreten, wenn sich Geschwister geschlechtlich verbinden. Gewöhnlich hat die Störung in der Zusammenpassung bei den elterlichen Individuen eine ungleiche Richtung eingeschlagen und sie vermindert sich daher bei den Kindern

durchschnittlich auf die Hälfte. In günstigen Fällen, wenn nämlich die Störungen in den Eltern in theilweise oder vollkommen entgegengesetzten Richtungen sich bewegten, heben sie sich in den Nachkommen grossentheils und selbst ganz auf.

In dem eben Gesagten liegt die Erklärung, warum die Selbstbefruchtung für die Gesundheit und Stärke so wie für die Fortpflanzungsfähigkeit der Nachkommenschaft weniger zuträglich ist als die Befruchtung durch ein anderes Individuum der gleichen Varietät; warum die Kreuzung mit einer anderen Varietät, unter Umständen selbst mit einer andern Species vortheilhafter ist als die Inzucht innerhalb der gleichen Varietät (vgl. § 4 in der Mittheilung vom 15. Decemb. 1865). Bei der Erzeugung einer Race ist oft die strenge Inzucht nöthig, um ein besonderes Merkmal durch Häufung, d. h. durch Weiterbildung der in einzelnen Individuen vorhandenen Disposition zur vollen Ausbildung zu bringen. Innerhalb der Race ist aber die Paarung von Individuen mit der entferntesten Verwandtschaft, und sobald es ohne Gefahr für das Racenmerkmal geschehen kann, hin und wieder auch die Kreuzung mit andern Racen vortheilhaft, um die einseitige Fortbildung einer Störung in der Concordanz zu mildern und abzulenken.

Bei der geschlechtslosen Vermehrung ist eine Vereinigung verschiedener Individuen nicht möglich. Die Störung der Zusammenpassung, die in einem Individuum in einer bestimmten Richtung begonnen hat, wird daher in den folgenden Generationen sich zwar langsam aber unaufhörlich steigern und zuletzt zu einem sichern Untergang führen, wenn nicht etwa die Bewegung durch innere und äussere Ursachen abgelenkt wird. Daraus folgt mit Nothwendigkeit, dass die Kulturracen, welche durch Stecklinge, Knollen, Pfropfreiser etc. conservirt werden, wie die Obstsorten, die Weinsorten, die Kartoffeln, viele Zierpflanzen mit der Zeit eine krankhafte Degeneration eingehen und endlich aussterben. Von Pflanzen-

züchtern ist diese Ansicht wiederholt ausgesprochen worden. Wechsel der Kultur, des Bodens und Klimas kann das Uebel vermindern, unter Umständen vielleicht heilen. Da die Störung der Zusammenpassung durch äussere Einflüsse verursacht wird, so folgt zwar nicht nothwendig, dass entgegengesetzte Einflüsse die Störung aufheben, weil dieselbe möglicher Weise durch innere Veränderungen eine Disposition geschaffen hat. Aber es kann durch neue Veränderungen die Richtung der Störung abgelenkt und somit wenigstens theilweise gehoben werden. Mit dem Wechsel des Bodens und Klimas für die Kulturracen verhält es sich wie mit dem Luftwechsel, und was Alles damit verknüpft ist, für den Menschen. Das Uebel wird um so weniger geheilt, je älter und eingewurzelter es ist, mit andern Worten, je grösser die innern Veränderungen und Dispositionen sind, welche die Störung der Zusammenpassung bereits verursacht hat.

Die geschlechtliche Befruchtung stellt sich also als die entschieden vollkommnere Einrichtung dar, insofern als sie es vermittelst der Kreuzung möglich macht, die Samen durch Verschmelzung zweier Individuen zu bilden. Wir begreifen daher, dass sie bei fast allen Pflanzen und Thieren im Kampfe um das Dasein sich neben der geschlechtslosen Vermehrung einen Platz erobert oder dieselbe selbst vollständig verdrängt hat. Da die Möglichkeit für eine Störung der Zusammenpassung und für die Ausbildung von schädlichen Dispositionen um so näher liegt, je complizirter der Organismus ist, so begreifen wir ferner, dass wir die geschlechtliche und ungeschlechtliche Fortpflanzung in den zwei organischen Reichen sehr ungleich vertheilt finden. Nur die einfachsten Pflanzen (hauptsächlich einzellige) entbehren vielleicht gänzlich der Geschlechtsdifferenz. Bei den andern niedern Gewächsen (Zellencryptogamen) ist neben der geschlechtlichen Befruchtung die geschlechtslose Vermehrung noch sehr häufig und regelmässig als Gonidien- oder Brutkörnerbildung

vorhanden. Die Gefässpflanzen haben alle neben der geschlechtlichen Befruchtung auch Vermehrung durch Theilung des Wurzelstockes oder durch Ausläufer, Knollen, Zwiebeln u. s. w., wenn diese auch im Allgemeinen viel weniger häufig und regelmässig auftritt. Bei den Thieren endlich greift, mit Ausnahme der allerniedrigsten, die Fortpflanzung auf geschlechtlichem Wege allein Platz.

Bei der Kreuzung nahe verwandter Varietäten werden zwei verschiedene Naturen vereinigt, deren individuelle Zusammenpassungen ungleich gestört sind und daher ihre Störungen mehr oder weniger gegenseitig aufheben, und deren allgemeine Concordanzen so nahe verwandt sind, dass sie einander nicht widersprechen. Je weiter die sich bastardirenden Varietäten und Species von einander entfernt stehen, desto ungleicher sind ihre Organisationen, desto mehr ist die allgemeine Zusammenpassung in dem hybriden Produkt gestört. Daher erklärt sich die allmähliche Abstufung in der Lebensfähigkeit des hybriden Produkts. Zwei Arten verschiedener Gattungen oder verschiedener Sectionen der gleichen Gattung bringen gewöhnlich nicht einmal die erste Zelle des Embryos zu Stande; es bleibt die Befruchtung ganz resultatlos. Sind die sich bastardirenden Arten wenig näher verwandt, so wird der Embryo bloss wenigzellig und stirbt dann ab. Bei noch näherer Verwandtschaft bildet sich der Embryo zwar aus, aber er keimt nicht; oder er keimt, bildet aber ein sehr schwächliches, bald zu Grunde gehendes Pflänzchen; oder er bildet eine schwächliche Pflanze, die es wohl zur Blüthen-, aber nicht zur Samenbildung bringt. Nimmt die Verwandtschaft der elterlichen Formen noch mehr zu, so steigert sich auch die Lebensfähigkeit des Bastards und erreicht ihr Maximum in der Regel, wenn nahe verwandte Varietäten sich gegenseitig befruchten.

Wir können also die ungleiche Lebensfähigkeit, welche die Selbstbefruchtung, die Inzucht, die Kreuzung der Varietäten

und die Bastardirung der Species ihren Produkten mittheilen, aus dem grössern oder geringern Grad der Störungen in der individuellen und allgemeinen Zusammenpassung erklären. Das Leben besteht aber aus zwei wesentlich verschiedenen Functionen, der Vegetation und der Reproduktion, und wir müssen, wie ich früher zeigte, zwei Zusammenpassungen in der Pflanze unterscheiden, die vegetative und die sexuelle. Keine derselben ist vollkommen, indem eine die andere theilweise ausschliesst; eine innere Veränderung, welche die eine vervollkommnet, beeinträchtigt meistens die andere. Es besteht auch darin eine Verschiedenheit, dass die sexuelle Concordanz viel leichter gestört wird als die vegetative; daher eine Pflanze unter allgemein schädlichen Einflüssen gewöhnlich zuerst ihre Reproduktionsfähigkeit durch Samen und erst lange nachher die Möglichkeit des vegetativen Gedeihens einbüsst [8]).

Daraus erklärt sich die merkwürdige Thatsache, dass so viele Speciesbastarde in vegetativer Hinsicht sich sehr üppig entwickeln und darin selbst ihre Eltern übertreffen, während sie in der Samenbildung weit hinter denselben zurückbleiben. Die Verbindung zweier Arten bringt die sexuelle Zusammenpassung meist gänzlich in Verwirrung, indess sie in vegetativer Hinsicht noch günstig wirken kann, da in letzterer Beziehung die gegenseitige Aufhebung der in verschiedenen Richtungen vorhandenen Störungen mehr ins Gewicht fällt, als die neue Störung, die aus der Vereinigung zweier specifisch-ungleicher Concordanzen hervorgeht.

---

8) Die sexuelle Zusammenpassung soll eine Aufgabe erfüllen, die offenbar viel schwieriger ist und einen kleinern Spielraum gestattet. Sie soll zwei ungleiche Elemente bilden, von denen jedes die vegetative Concordanz in sich schliesst, und die für sich nicht lebensfähig sind (mit Ausnahme der Parthenogenesis), aber zusammen eine lebensfähige Verbindung darstellen.

Von der Selbstbefruchtung und der Inzucht bis zur Kreuzung der Varietäten und bis zur Bastardirung von Arten und Gattungen entfernen sich die Eltern immer mehr von einander. Die Selbstbefruchtung giebt Tochterpflanzen, welche in vegetativer und in geschlechtlicher Beziehung geschwächt sind. Sowie die Verwandtschaft der Eltern abnimmt, verbessert sich die vegetative Zusammenpassung der Tochterpflanzen und erreicht ihr Maximum in den Bastarden von entferntstehenden Varietäten und nahestehenden Arten, von wo bei fortgehender Divergenz der Eltern sie wieder allmählich unvollkommner und zuletzt ganz vernichtet wird. In gleicher Weise vervollkommnet sich die sexuelle Concordanz der Tochterpflanzen mit der Divergenz der Eltern und erlangt ihr Maximum in den Bastarden nahestehender Varietäten, von wo sie bei dauernder Abnahme der elterlichen Verwandtschaft bis zu gänzlicher Störung sich vermindert. Es kommen bei jeder der beiden Zusammenpassungen zwei entgegengesetzte Processe mit einander im Conflict. Je weiter sich die Eltern von einander entfernen, um so ungleicher wird die Form ihrer allgemeinen (varietätlichen oder spezifischen) Concordanzen und um so grösser die Störung bei einer Verschmelzung in eine einzige Concordanz. Je mehr die elterlichen Formen in der Verwandtschaft auseinander weichen, um so ungleichartiger werden aber zugleich die Störungen, mit der die individuelle und allgemeine Zusammenpassung einer jeden behaftet ist, und um so vollständiger heben sich diese Störungen in der Tochterpflanze auf. Die nothwendige Folge dieser Verhältnisse ist die, dass die Zusammenpassung in der Tochterpflanze mit der Divergenz der Eltern bis zu einem gewissen Punkt vollkommner und von da wieder unvollkommner wird. Dieser Wendepunkt ist für die Pflanzen verschiedener Gattungen und Ordnungen, ebenso für die beiden Zusammenpassungen verschieden.

Bei der Bastardbildung müssen zwei Dinge, die man

oft unter dem Titel der hybriden Unfruchtbarkeit zusammengeworfen hat, streng unterschieden werden, der Erfolg der hybriden Befruchtung einer systematischen Form durch die andere und die Fähigkeit des Bastards zu geschlechtlichen Functionen. Beide können im Widerspruche zu einander sich befinden. Es kommt nicht selten vor, dass A und B sich leicht bastardiren und aus ihrer Verbindung viele fruchtbare Samen erzeugen, während der Bastard A + B männlich und weiblich nahezu unfruchtbar ist.

Die Unfruchtkarkeit des Bastards hängt von der Störung der sexuellen Zusammenpassung ab, der Erfolg der hybriden Befruchtung seiner Eltern aber von dem Verhalten der vegetativen Zusammenpassung. Der Erfolg der Bastardirung geht im Allgemeinen mit der vegetativen Lebensfähigkeit des daraus entstehenden Bastards parallel. Denn Beides hängt davon ab, ob der Pollenschlauch der einen und das Keimbläschen der andern Form eine wohl zusammengepasste und entwicklungsfähige Vereinigung bilden. Diesem Grundsatz scheint jedoch der Umstand zu widersprechen, dass die Pollenkörner der gleichen Spezies gewöhnlich die Wirksamkeit aller fremden Pollenkörner ausschliessen (§ 5 in der Mittheilung vom 15. Decemb.), auch wenn die letztern stärkere Pflanzen liefern würden. Indessen wissen wir noch nicht, wie die Momente zu taxiren sind, welche jene Ausschliessung bedingen. Die letztere wird zunächst dadurch herbeigeführt, dass die Pollenkörner der eigenen Art in kürzerer Zeit ihre Schläuche bis zu den Eichen senden, und dieselben befruchten. Damit ist aber nicht gesagt, dass die Befruchtung einer andern Art nicht einer grössern Verwandtschaft entspreche, wie sie auch, wenn sie möglich wird, kräftiger vegetirende Pflanzen erzeugt.

Nach meiner Ansicht hat die Ausschliessung des fremden Pollens durch den eigenen folgende Bedeutung. Die Pollenkörner, die auf der Narbe ihre Schläuche treiben, und die

Pollenschläuche, die durch den Griffelkanal hinunterwachsen, werden von dem Gewebe des Griffels und der Narbe ernährt. Ein fremdes Pollenkorn auf dem weiblichen Organ verhält sich wie ein fremdes Pfropfreis, das auf einen Baum geimpft wird. Ob das Pfropfreis besser oder weniger gut anschlage und gedeihe, hängt vorzüglich von dem Grade ab, in welchem die fremdartige Nahrung, die es erhält, seine vegetative Zusammenpassung beeinträchtigt. Es sind also für die Entwicklung der Pollenschläuche ganz andere Verhältnisse massgebend als für die Befruchtung, und es ist sehr leicht denkbar, dass die Erfolge bei der einen und der andern sich widersprechen.

Bei der Bastardbildung ist es zuweilen der Fall, dass die Pollenschläuche von A zu den Keimbläschen von B eine andere sexuelle Verwandtschaft haben als die Pollenschläuche von B zu den Keimbläschen von A. Es kommt selbst vor, dass B ziemlich leicht von A, aber A durchaus nicht von B befruchtet wird. Dieses Factum erklärt sich aus dem Verhalten der beiden Geschlechtszellen zu einander. Beide repräsentiren die Mutterpflanze zwar in gleicher Weise, insofern als sie ein gleiches Aequivalent auf den Bastard übertragen; denn AB und BA unterscheiden sich nicht in der Erbschaftsformel. Aber Pollenzellen und Keimbläschen sind materiell ungleich constituirt und stellen daher in den Verbindungen AB und BA ungleiche Zusammenpassungen dar. Daher kann AB eine lebensfähigere Combination der gleichen erbschaftlichen Form darstellen als BA. Daher können auch AB und BA, wenn beide in vegetativer Beziehung scheinbar gleich lebensfähig sind, sammt ihren Nachkommen in Fruchtbarkeit und Variabilität von einander abweichen.

Eine allgemeine Eigenschaft, die den Bastarden zukommt, ist die, dass sie zum Variiren viel mehr geneigt sind als die reinen Formen. Die Abänderungen der Pflanzen überhaupt

haben, abgesehen von der Bastardbildung, einen doppelten Ursprung. Die einen werden unmittelbar durch die äussern Einflüsse hervorgebracht und verschwinden wieder mit dem Aufhören dieser Einflüsse. Die eigentlichen oder constanten Varietäten aber gehen, wie ich in der Mittheilung vom 18. Novemb. 1865 gezeigt habe, aus innern Ursachen hervor: aus Dispositionen oder chemisch-physikalischen Veränderungen, welche sich allmählich, möglicherweise durch eine ganze Reihe von Generationen ausbilden, um endlich sich zu entfalten und in äussern Merkmalen kund zu geben. Diese innern Veränderungen waren ursprünglich die Folge von localen und partiellen Störungen in der bisherigen Zusammenpassung, welche die Pflanze durch eine neue Form der Concordanz zu tilgen sucht, indem sie alle Organisations- und Functionsverhältnisse, soweit es nöthig ist, modifizirt und wieder ins Gleichgewicht bringt. Daher ist es eine gewöhnliche Erscheinung, dass Pflanzen und Thiere, die man in neue Lebensverhältnisse bringt und in denen man somit ernstlichere Störungen der Concordanz veranlasst, zu variiren anfangen. Dabei können aber die Abänderungen in verschiedenen Richtungen erfolgen, wie ich in der frühern Mittheilung erörtert habe, indem die Störungsursache nur im Allgemeinen den Anstoss zur Bewegung giebt, die Bewegungsrichtung aber von der Constitution des Organismus abhängt.

Bei der Bastardirung findet ein analoger Vorgang statt. In dem Bastard ist die allgemeine Zusammenpassung immer mehr oder weniger gestört. Er wird somit das Bestreben haben, die Störung durch Modification seiner Eigenschaften zu beseitigen. Diese Modification geschieht durch Veränderungen der chemisch-physikalischen Constitution und erfordert, bis sie sich in den äussern systematischen Merkmalen kundgiebt, um so mehr Zeit, je grösser die Störung ist. Dem entsprechend tritt die Variabilität bei den Varietätenbastarden

schon in der ersten Generation, bei den Speciesbastarden erst in der zweiten oder einer spätern Generation ein.[9])

Es giebt noch einen andern Grund für das Variiren der Bastarde in der zweiten und den folgenden Generationen. Bekanntlich sehen die Kinder zuweilen nicht den Eltern sondern den Grosseltern ähnlich, und kommen in einer spätern Generation zuweilen Merkmale zum Vorschein, die in frühern Generationen vorhanden waren, nachher aber verschwunden sind. Es werden also Dispositionen durch eine oder mehrere Generationen fortgeerbt und entwickeln sich unter günstigen Verhältnissen. Der Organismus kann gleichzeitig mehrere Dispositionen beherbergen, von denen die einen früher, die andern später, die dritten niemals zur Ausbildung gelangen. Es ist nun begreiflich, dass vor Allem aus zwei Dispositionen in den Bastard gelegt werden, die eine, dass er dem Vater, die andere, dass er der Mutter ähnlich werde. Dem entsprechend stehen die Veränderungen in der zweiten und den folgenden Generationen vorzüglich darin, dass sich Formen bilden, die einer der beiden Stammformen sehr ähnlich sind. Es giebt auch Bastarde, die in einer Generation sich der einen, in einer folgenden Generation der andern Stammart nähern, und solche, die fortwährend ihre ursprüngliche mittlere Bildung behaupten (§ 9 in der Mittheilung vom 15 Decemb.). Die beiden Disposi-

---

9) Ich habe eingangs erwähnt, dass Darwin die Variabilität der Bastarde von der Angegriffenheit der Geschlechtsorgane herleitet, da auch die reinen Formen, die unter unnatürlichen Verhältnissen leben, zugleich unfruchtbarer werden und stärker variiren. Mir scheint es, dass diese beiden Erscheinungen coordinirt und beide Folge der gestörten Concordanz sind. Die Störung in der vegetativen Zusammenpassung veranlasst die Pflanze zu versuchen, die verschobenen und verwirrten Organisations- und Functionsverhältnisse wieder ins Gleichgewicht zu setzen; die Störung in der sexuellen Zusammenpassung vermindert die Fruchtbarkeit.

tionen können also entweder so in ein Bastardindividuum gelegt sein, dass die eine überwiegt und allein sich ausbildet, oder so, dass die eine früher, die andere später zur Entwicklung kommt, oder endlich so, dass beide sich von Anfang an und durch alle Generationen hindurch das Gleichgewicht halten.

Es sind somit zwei allgemeine Ursachen vorhanden, warum der Bastard in der ersten oder den folgenden Generationen sich verändert: weil er die bei der hybriden Zeugung gestörte Concordanz wieder herzustellen sucht und weil er die bei dem gleichen Anlass in ihn gelegten Dispositionen ausbildet. Die Ursachen dagegen, warum auch die Bastard-Pflanzen der gleichen Generation meistens verschieden ausfallen, sind individueller Natur. Wenn einerseits die Pollenkörner, die von der Form A herstammen, und anderseits die Ovula, welche der Form B angehören, unter sich identisch wären, so müssten alle Bastarde der ersten Generation einander gleich sein, und es bestände kein Grund, warum nicht auch die der zweiten Generation unter sich gleich würden, ebenso die der dritten und der folgenden. Aber die Pollenkörner sind ungleich unter sich, ebenso die Eichen ihrerseits. Es müssen somit auch die Bastardpflanzen der ersten Generation von einander abweichen, und wenn man auch keinen Unterschied äusserlich wahrnimmt, so sind doch ihre innern Anlagen und Dispositionen ungleich und die Differenzen treten äusserlich in den folgenden Generationen hervor.

Die Ungleichheit der Pollenkörner, ebenso diejenige der Ovula geht daraus hervor, dass bei der Befruchtung durch die eigene Varietät und selbst durch das gleiche Individuum nicht alle Tochterpflanzen identisch ausfallen, sondern individuelle Verschiedenheiten an sich haben. Die Ungleichheit der Geschwister beweist uns, dass Vater und Mutter bei den verschiedenen Zeugungen sich ungleich betheiligen. Die Va-

riabilität in den Kindern muss aber um so grösser sein, je weiter die Eltern sich von einander entfernen. Eltern, die sich sehr ähnlich sehen, können nur Kinder erzeugen, die wenig verschieden sind. Weichen die Eltern weit von einander ab, so ist auch ein grosser Spielraum für die Verschiedenheit der Kinder geboten. Mit dieser theoretischen Forderung übereinstimmend finden wir im Allgemeinen die geringste Variabilität bei den Nachkommen der Bastarde von nahe stehenden Varietäten und die grösste bei den Nachkommen der Bastarde von entfernt stehenden Arten.[10]) Bei den letztern bilden sich meist drei sehr ungleiche Varietäten, eine mittlere, welche von den beiden Stammarten ziemlich gleich weit entfernt ist, und zwei seitliche, welche sich der einen und der andern Stammart nähern.

Da in dem Art-Bastard verschiedene varietätbildende Ursachen zusammenwirken, die sich früher oder später geltend machen können, so zeigt sich in den auf einander folgenden Generationen häufig ein unsicheres Schwanken in der äussern Formbildung sowie in der Fruchtbarkeit. Die hybride Pflanze hat vor allem aus das Bestreben, die gestörte Concordanz in vegetativer und in reproduktiver Hinsicht wiederherzustellen; und sie setzt ihre Versuche hiezu, da dieselben von den sich ausbildenden Dispositionen gehemmt und abgelenkt werden, in verschiedenen Richtungen fort. Es gelingt ihr aber nur selten, eine genügende sexuelle Zusammenpassung zu gewinnen; daher kann zwar im Ver-

---

10) Man sagt häufig, dass die Varietätenbastarde variabler seien als die Speciesbastarde. Diess ist nur in gewisser Hinsicht richtig. Die erstern variiren schon in der ersten Generation, so dass oft nicht zwei Pflanzen ganz gleich sind; bei den letztern zeigt sich in der ersten Generation noch eine grosse Einförmigkeit, die Variation beginnt erst in der zweiten oder in einer noch spätern Generation. Aber bei den Speciesbastarden bewegt sich die Variation innerhalb viel weiterer Grenzen als bei den Varietätenbastarden.

laufe der Generationen die Fruchtbarkeit ab- und zunehmen, aber meistens schwindet sie bald gänzlich.

Von den Bastardzüchtern wird vielfach angegeben, dass Bastarde von Pflanzen, die schon lange in Kultur sich befinden, variabler sind als solche von Gewächsen, die eben erst aus der Wildniss geholt wurden, oder die wenigstens noch nicht lange in den Gärten leben. Diese Thatsache hat eigentlich unmittelbar nichts mit der hybriden Befruchtung zu thun. Sie erklärt sich einfach daraus, dass die seit langem in Kultur befindlichen Gewächse zum Variiren geneigter sind, ein Umstand, der von den Pflanzenzüchtern ebenfalls als ausgemacht angenommen wird und der schon von Kölreuter durch den Versuch erwiesen wurde. Derselbe giebt an, dass Kulturpflanzen, die mit ihren eigenen Pollen bestäubt werden, eine mannigfaltige, aus verschiedenen Sorten bestehende Nachkommenschaft geben.

Die grössere Neigung der Kulturpflanzen zum Variiren kann eine doppelte Ursache haben. Einmal mag bei ihnen durch eine lange Einwirkung von theilweise unnatürlichen Verhältnissen die Concordanz ernstlich gestört und daher eine Veranlassung zu innern Veränderungen gegeben sein. Wichtiger scheint mir der andere Umstand, dass bei ihnen eine Zuchtwahl entweder nicht stattfindet, oder dann bloss in einer den Kulturzwecken entsprechenden Richtung. Im wilden Zustande gehen fortwährend die beginnenden neuen Varietäten zu Grunde, indem in dem Kampfe um das Dasein nur die vortheilhafteste Varietät erhalten bleibt. Diese bildet daher durch lange Vererbung ihre Merkmale zu einer grossen Constanz aus. In der Kultur dagegen ist der Pflanze der Kampf um die Existenz erspart. Alle individuellen Veränderungen, insofern sie Samen bilden und nicht den Kulturzwecken widersprechen, haben Bestand, pflanzen sich fort, und erzeugen durch Kreuzung mit andern Abänderungen neue individuelle Modificationen. So hat also die Kultur-

pflanze aus einer doppelten Ursache die Disposition zur Varietätenbildung in sich, und es ist begreiflich, dass wenn sie sich mit einer andern Art bastardirt, diese Disposition auf den Bastard übertragen wird.

Zum Schlusse erlaube ich mir noch eine allgemeine Bemerkung über das Verfahren bei theoretischen Betrachtungen wie die vorstehende. Ich habe zur Erklärung der bei der Bastardbildung zu Tage tretenden Erscheinungen mich nicht bloss an diese äussern Erscheinungen, sondern vielmehr an die innern Eigenschaften gehalten, aus denen wir sie ableiten müssen. Diess hat nach meiner Ansicht, soweit es möglich ist, überall da zu geschehen, wo es sich um die Vergleichung von Organismen handelt. Die äussern Merkmale, die unserer sinnlichen Wahrnehmung zugänglich sind, haben gewiss einen grossen Werth, aber sie geben uns noch kein vollständiges und richtiges Bild. Sie drücken die innern und wesentlichen Eigenschaften nur mangelhaft aus. Zwei Pflanzenformen können systematisch einander ähnlich sehen und doch in Wirklichkeit weiter von einander entfernt sein, als zwei andere, die in Bau und Habitus mehr von einander abweichen. Diess gilt namentlich für Varietäten, Racen, Arten, aber auch für Gattungen und Ordnungen.

Es ist hier nicht am Platz zu erörtern, wie die wahren Eigenschaften und somit die natürlichen Verwandtschaften der genannten Formen zu bestimmen sein möchten. Bei den Bastarden müssen vorzüglich die Veränderungen studirt werden, welche sie durch eine Reihe von Generationen erfahren. Handelt es sich um das Verhältniss einer hybriden Pflanze zu ihren Stammeltern, so geben uns ihre äussern Merkmale keinen genügenden Aufschluss, abgesehen davon dass dieselben ungleich taxirt werden. Sie kann genau in der Mitte zwischen beiden Stammformen zu stehen scheinen, und doch in ihren innern Eigenschaften mehr der einen

sich nähern. Diese innern Eigenschaften müssen durch eine Reihe von Generationen auch in den äussern Merkmalen sich offenbaren. Desswegen habe ich in meiner heutigen ersten Mittheilung das Bastardirungsäquivalent, welches den Vererbungsantheil der beiden Stammformen ausdrückt, aus der Zahl der Generationen berechnet, welche bis zur vollständigen Rückkehr zu der einen und andern Art erfordert wird. Ebenso darf aus der äussern Aehnlichkeit von AB und BA nicht auf ihre Identität geschlossen und nicht die Folgerung abgeleitet werden, dass A und B gleich viel zur Bildung des Bastards beitragen, und dass es gleichgültig sei, ob A die Stelle des Vaters oder der Mutter einnehme. Die folgenden Generationen zeigen uns, dass in AB und BA innere Verschiedenheiten vorhanden sind. Es verhält sich mit diesen und andern ähnlichen Beispielen analog wie mit zwei Brüdern, die einander so unähnlich sehen, dass niemand sie als solche erkennt, während dem einen derselben ein fremder Mensch so ähnlich ist, dass man ihn für den Bruder nimmt. In den Kindern wird die wahre Verwandtschaft sichtbar, denn die Kinder der wahren Brüder haben Familieneigenthümlichkeiten (körperliche, geistige, Krankheits-Anlagen) mit einander gemein, die denen des falschen Bruders mangeln.

Die Erkenntniss dieses Grundsatzes, dass das Wesen einer Pflanzenform durch die systematischen Merkmale noch nicht vollkommen ausgedrückt wird, dass dasselbe viel mehr in den gesammten innern Eigenschaften, d. h. in der chemisch-physikalischen Constitution begründet ist, muss auch auf die Methode der Bastardirungsversuche Einfluss gewinnen, wenn diese Lehre überhaupt einen nachhaltigen Fortschritt machen soll. Man muss hier, mehr als irgend anderswo, dem äussern Schein misstrauen. Eine scheinbare Aehnlichkeit sowohl als eine scheinbare Ungleichheit muss sich erst durch ein möglichst allseitiges analoges Verhalten

bestätigen, ehe sie als sicher angenommen werden darf. Die Erzeugung eines Bastards, die Beobachtung desselben bis zur Samenbildung und die Vergleichung mit andern Formen, womit manche neuere Forscher den Versuch als beendigt betrachten, sollte erst den Ausgangspunkt zu einer ganzen Reihe von Versuchen bilden, welche den Bastard zwingen, seine wahren Eigenschaften zu offenbaren. Kölreuter und Gärtner sind in dieser Beziehung die noch unerreichten Vorbilder, obgleich in unserer Zeit die Versuche mit Rücksicht auf die von den genannten Forschern bereits gewonnenen Resultate und mit Rücksicht auf die Fortschritte der Physiologie viel planmässiger und demnach erfolgreicher angestellt werden könnten.

Als Beispiel dafür, wie wichtig es ist, dass man die innern Eigenschaften nicht als durch die äussern Merkmale gegeben betrachte, sondern durch den Versuch feststelle, will ich noch eine der merkwürdigsten Erscheinungen besprechen, die an Bastarden vorkommt und die ich früher nicht erwähnt habe, weil mir die Erklärung noch zweifelhaft ist. Es giebt Bastarde von strauchartigen Gewächsen, welche in ihren äussern Merkmalen die Mitte zwischen den Stammeltern halten, aber einzelne Aeste hervorbringen, die der einen oder andern Stammart sehr ähnlich sehen. Das bekannteste und zugleich interessanteste Beispiel ist Cytisus Adami Poiret, entstanden aus Cytisus Laburnum und C. purpureus. Einzelne Aeste, die an dem hybriden Strauch hervorbrechen, gleichen denen vom gewöhnlichen Goldregen (C. Laburnum) oder denen von C. purpureus so sehr, dass die Beobachter sie geradezu als identisch damit erklären. Auch bringen sie Samen hervor, während C. Adami steril ist.

Die Frage ist nun, ob man es hier mit einem wirklichen Zurückschlagen zu den Stammarten zu thun habe. Offenbar hat die Erscheinung die grösste Analogie mit der

Thatsache, dass die Artbastarde in der zweiten oder einer folgenden Generation nicht selten sich in drei Varietäten spalten, eine mittlere und zwei den Stammeltern sehr nahekommende Formen. Die letztern sind aber nicht identisch mit den Stammarten; sie sind häufig denselben innerlich selbst nicht näher verwandt als die ursprüngliche und in ihren äussern Merkmalen mittlere Bastardpflanze, da sie bei der Fortpflanzung wieder diese mittlere Form und selbst die der andern Stammart ähnliche Varietät hervorbringen können.

Bei Cytisus Adami muss also erst noch durch den Versuch erwiesen werden, ob die dem C. Laburnum und dem C. purpureus ähnlichen Zweige wirklich zurückgeschlagen sind, ob aus ihren Samen (die durch Selbstbefruchtung entstanden sind) Pflanzen aufgehen, die in den systematischen Merkmalen und namentlich auch in der vollkommenen Fruchtbarkeit sich nicht mehr von den reinen Arten unterscheiden, — oder ob nur eine äussere Aehnlichkeit vorhanden ist, und ob aus den Samen Pflanzen erwachsen, die noch mehr oder weniger als hybrid sich kundgeben und vielleicht gar wieder den Cytisus Adami darstellen. Wenn Letzteres auch unwahrscheinlich sein sollte, so kann es nach den vorliegenden Erfahrungen doch nicht als unmöglich bezeichnet werden. Gegen ein wirkliches und vollständiges Zurückgehen spricht auch der Umstand, dass die Veränderung nicht nur ganze Aeste trifft, sondern zuweilen bloss einzelne Blüthen oder bloss einzelne Blüthenblätter oder bloss die halben Blüthenblätter, so dass also in einer Blüthentraube von C. Adami einzelne Blüthen von C. Laburnum oder C. purpureus auftreten, oder dass eine Blüthe, ein Kelch- oder Blumenblatt halb dem Bastard, halb einer Stammart angehört. Letzteres erinnert an die gestreiften Blumenblätter von Varietätenbastarden, an die Weinreben, welche blaue und weisse Beeren in einer Traube

und blau- und weissgestreifte Beeren tragen, an die hell- und dunkelgelb gestreiften Orangen, an die gestreiften Aepfel u. s. w. Naudin berichtet von dem Bastard der Datura Stramonium und D. laevis, dessen Fruchtkapseln auf der einen Seite stachelig, auf der andern Seite glatt waren, und dessen Samen von der stacheligen Seite die Datura Stramonium hervorbrachten, während aus den Samen der glatten Seite D. laevis aufgieng. Auch hier frägt es sich, ob ein wirklicher und vollständiger Rückschlag erfolgt sei.

Die Ermittelung durch vollkommen beweisende Versuche ist um so wünschenswerther, als es sich nicht bloss um die Frage handelt, ob eine innere Umänderung so weit erfolgen kann, dass ein Speciesbastard zu einer der erzeugenden Species wird, sondern auch darum, ob diese Umwandlung in beliebigen Zellen eintreten und sich auf beliebige Theile des Organismus erstrecken könne. Die Beantwortung dieser Frage hat auf die Lösung eines andern allgemeinen Problems Einfluss, nämlich in wie weit die Eigenschaften der väterlichen und mütterlichen Pflanze in dem hybriden Produkt unvermittelt neben einander bestehen und in wiefern sie, nachdem sie mit einander verschmolzen waren, wieder sich trennen können, was Alles durch die Gesetze der innern Zusammenpassung bedingt wäre.

---

23. Die Zwischenformen zwischen den Pflanzenarten.

(Vorgetragen den 16. Februar 1866.)

Es giebt viele Species im Pflanzenreiche, welche scharf von einander geschieden sind, wenn sie auch im Habitus und in den systematischen Merkmalen einander sehr nahe kommen. Unter den Kulturpflanzen bieten uns Apfelbaum und Birnbaum das bekannteste und schönste Beispiel. Unter den wildwachsenden nenne ich die gelben Hahnenfussarten der Ebene Ranunculus bulbosus Lin., R. repens Lin., R. polyanthemos Lin. (mit welchem R. nemorosus DC. als Varietät zu vereinigen ist), R. lanuginosus Lin., R. acris Lin., R. auricomus Lin.

Ebensoviele andere Pflanzenarten sind durch Zwischenformen verbunden, welche bald vereinzelte mittlere Bildungen (Mittelformen), bald auch Reihen von stufenweise oder allmählich in einander übergehenden Verbindungsgliedern (Uebergangsformen) darstellen. Beispiele dafür finden wir in den Gattungen Prunus (Pflaumenbaum und Zwetschenbaum), Rosa, Saxifraga, Cirsium, Hieracium, Verbascum, Digitalis, Salix und vielen andern.

Diese Zwischenformen haben die grösste Bedeutung für die Wissenschaft. Denn einerseits geben sie uns die deutlichsten Fingerzeige für die Verwandtschaften der Species. Anderseits finden wir in ihnen die stärksten Beweise für die Annahme, dass die Species nicht absolut von einander verschieden und dass sie daher aus einander oder aus einem gemeinsamen Ursprung hervorgegangen sind.

Trotzdem oder theilweise gerade desshalb ist den Zwischenformen von den Systematikern allzuwenig Beachtung

geschenkt worden. Der Sammler vernachlässigt sie aus Grundsatz, wenn er in ihnen nicht eine verwendbare Mittelart oder eine ausgeprägte Varietät erblickt. Im Uebrigen hält er sich an die charakteristischen Exemplare und wirft diejenigen wieder weg, welche den Typus der angenommenen systematischen Formen verläugnen.

Der Monograph aber, dem die Bewältigung des übrigen Materials schon Mühe genug macht, legt die unbequemen Zwischenformen, die ihm überdiess von den Sammlern nur spärlich zugehen, einfach bei Seite. Oder er sucht sie so gut als möglich in das hergebrachte Fachwerk von neben einander geordneten Species als Varietäten unterzubringen. Die letztere Behandlung wird der Bedeutung der Zwischenformen ebensowenig gerecht als das Ignoriren derselben. Manchmal werden sie als besondere Arten aufgeführt und den übrigen Species coordinirt; diess ist aber gleichfalls kein ausreichender Behelf, weil dabei die Zwischenformen (zwischen den neuen Arten) abermals vernachlässigt werden. Endlich erscheinen sie auch als Bastarde, und damit als anerkannte Uebergänge. Die letztere Behandlungsart ist unter den bisherigen in Bezug auf die systematische Bedeutung sicher die richtigste, wenn sie auch mit Rücksicht auf die hybride Natur sehr oft falsch sein mag.

Ich will zuerst untersuchen, durch welche Kriterien wir erkennnen können, ob eine Zwischenform hybriden Ursprungs sei oder nicht, und nachher die Bedeutung und die Behandlung der Zwischenformen in der Systematik besprechen.

Es giebt wohl keinen Punkt, über den die Systematiker so ungleicher Ansicht wären, wie über die Hybridität der wildwachsenden Pflanzen. Während einzelne in jeder auffallenden oder abweichenden Form einen Bastard vermuthen, giebt es wieder andere, die keinen solchen gelten lassen. Man könnte somit meinen, dass es zwei Parteien unter den Systematikern gebe, Hybridisten und Nichthybridisten, und

so stellt es Fries in der Epicrisis generis Hieraciorum dar, indem er die Schwindeleien der Hybridisten geisselt. Ich will hiegegen keine Einsprache erheben, denn ich muss sogar zugeben, dass ihre grössten Sünden in der genannten Gattung nicht einmal aufgedeckt wurden.

Sollen wir aber desswegen das Kind mit dem Bade ausschütten und eine Sache verdammen, weil sie missbraucht worden ist? Soll es gar keine Bastarde geben, weil leichtfertiger Weise mancher Irrthum rücksichtlich der Hybridität begangen wurde? Wenn wir so verfahren wollten, würde keine Lehre und keine Methode der Wissenschaft Gnade finden können, und wir müssten vor Allem das Hülfsmittel, dem die Botanik ihren Aufschwung verdankt, das Mikroskop und seine wissenschaftlichen Ergebnisse von uns weisen.

Nach meiner Ansicht haben wir nicht zwischen zwei Parteien, Hybridisten und Nichthybridisten unsere Position zu wählen, was manchem gewissenhaften und besonnenen Forscher schwer fallen möchte. Wie in der Politik, so giebt es auch in dieser wissenschaftlichen Frage nicht zwei, sondern vier Standpunkte, nach denen sich die Meinungen gruppiren, die äusserste Linke und die äusserste Rechte, das linke und das rechte Centrum. Die beiden Ultras sind die Hybridomanen und die Hybridophoben.

Die Hybridomanen nehmen mit allzugrosser Leichtigkeit Bastarde an. Eine etwas abweichende Form, die nicht sogleich an ihr Schema der Species passt, gilt als Bastard der nächsten besten, auf dem gleichen Standort vorkommenden Arten, und wenn es sich um getrocknete Exemplare handelt, zweier beliebiger ähnlicher Arten, wenn auch im erstern Falle die Merkmale, welche nach den Erfahrungen über die Bastardbildung dem hybriden Produkt zukommen sollten, im zweiten Falle die Merkmale und das Vorkommen widerstreben. Man hat selbst Pflanzen, die man weder frisch noch trocken gesehen, als Bastarde von Arten erklärt, die

gar nicht da vorkommen, wo der angebliche Bastard wächst. Die gröbsten Irrthümer begieng bekanntlich Linné; aber es war zu einer Zeit, wo man auf experimentellem Wege die vegetabilischen Bastarde noch gar nicht kannte, und wo von einer strengern Methode in physiologischen Dingen überhaupt noch keine Rede war.

Die Hybridophoben verhalten sich absolut verneinend. Sie verwerfen ohne weitere Untersuchung alle oder nahezu alle Bastarde; oder sie halten dieselben wenigstens, als zufällige und vorübergehende Bildungen, nicht werth einer besondern Beachtung und Erwähnung. Da nun aber die wirklichen Artbastarde ganz auszeichnete systematische Formen sind, so werden sie von den bastardscheuen Autoren theils als Varietäten, theils als Arten neben den wirklichen Varietäten und Arten aufgeführt.

Wir finden die Hybridomanen vorzüglich unter den Floristen, welche auf ihren zahlreichen Excursionen und beim Sammeln von vielen Exemplaren einen tiefen Eindruck von der Vielförmigkeit der Arten und von dem Vorhandensein mannigfaltiger Zwischenformen in sich aufgenommen haben, — die Hybridophoben eher unter den Monographen, welche das zu bearbeitende Material grösstentheils nur in getrockneten Exemplaren gesehen haben, und denen daher die wesentlichste Bedingung für die richtige Beurtheilung mangelt.

Zwischen diesen beiden Extremen giebt es zwei berechtigte Standpunkte für die Beurtheilung der Zwischenformen. Sie sind berechtigt, weil sie sich auf die Kenntniss der Thatsachen stützen, die man an den künstlichen Bastarden gewonnen hat, und weil sie beide die Gesetze der Bastardbildung für sich in Anspruch nehmen können. Ueber eine ganze Zahl von hybriden Formen müssen alle Beobachter, welche die Pflanzen und ihr Vorkommen genau kennen und denen die Lehre von der hybriden Befruchtung, wie sie sich auf experimentellem Wege ausgebildet hat, nicht fremd ist,

übereinstimmen. Ueber eine andere grosse Menge von Zwischenformen lassen sich mit fast gleichem Rechte zwei Ansichten verfechten; man kann dieselben, ohne mit dem heutigen Stande der Wissenschaft in allzugrossen Widerspruch zu kommen, als hybrid oder als nicht hybrid bezeichnen. Die Anhänger der unveränderlichen Arten werden geneigt sein, der Hybridität eine grössere Ausdehnung zu geben, die Anhänger der Transmutationslehre werden sie dagegen mehr beschränken wollen. Jene sind mit Grund als Hybridisten diese als Nichthybridisten, beides in gutem Sinne, zu bezeichnen.

Ueber den Ursprung der Zwischenformen weiss man natürlich durch unmittelbare Beobachtung nichts. Nur aus wenigen Gattungen, nämlich Verbascum, Digitalis, Hieracium, Salix, Triticum mit Aegilops, hat man auf künstlichem Wege einzelne wenige Bastarde gezogen, die mit den im wilden Zustande vorkommenden identisch sind. In der grossen Mehrzahl der Fälle ist man darauf angewiesen, aus den Eigenschaften einer Pflanze und aus ihrem Vorkommen die Gründe zu entnehmen, warum man sie für hybrid oder nicht hybrid erklärt. Für die Bastardnatur einer wildwachsenden Pflanzenform gelten nach den Erfahrungen der künstlichen Befruchtung (vgl. die Mittheilungen vom 15. December und vom 13. Januar) folgende Normen.

1) Der Bastard ist in seinem ganzen vegetativen Aufbau sammt Blüthenstand und Blüthendecken, meistens auch in den Staubgefässen und Stempeln eine durchaus normale Erscheinung und unterscheidet sich in keiner Weise von allen übrigen Pflanzen. Wir können also einer Pflanze nicht unmittelbar ansehen, ob sie hybriden Ursprungs sei oder nicht.

Hierüber sind alle Experimentatoren, welche künstliche Bestäubungen ausgeführt haben, einstimmig; und Gärtner, der die meisten Bastarde beobachtete, hebt diess auch aus-

drücklich hervor. Daher ist nicht recht begreiflich, wenn Systematiker etwa als Einwurf gegen die Bastardnatur einer getrockneten Pflanze geltend machen, dass sie „an derselben nichts Hybrides sehen". Wenn man auch Thierbastarde an den unvollkommenen Geschlechtsorganen erkennt, so haben die hybriden Pflanzen an den vegetativen sowie an den Fortpflanzungswerkzeugen weder etwas Monstroses noch überhaupt etwas, was nicht auch an reinen Formen vorkäme.

2) Da die Artbastarde häufig fruchtbar und die Individuen der reinen Arten nicht selten unfruchtbar sind, so erlaubt die vollkommne oder unvollkommne Beschaffenheit der Geschlechtsorgane für sich noch kein Urtheil über die Natur eines Gewächses. Aus der Sterilität der männlichen und weiblichen Organe lässt sich nicht ohne Weiteres auf Hybridität und aus der Fruchtbarkeit derselben nicht auf reine Abstammung schliessen.

Sprechen andere Gründe dafür, dass eine Form hybriden Ursprungs sei, so wird gänzliche oder theilweise Unfruchtkeit derselben immer ein Gewicht mit in die Waagschale legen. Aber es ist nicht zu vergessen, dass auch bei den reinen Arten unter ungünstigen Umständen oder in Folge üppiger vegetativer Entwickelung oder in Folge von reichlicher Knollen- und Brutknospenbildung einzelne Individuen oder auch ganze Klassen von Individuen steril sind.

Erscheint ferner eine Form aus andern Gründen als nicht hybrid, so wird eine grosse Fruchtbarkeit derselben eine weitere Stütze für diese Ansicht abgeben. Aber wir werden nie, wie es manche Systematiker zu thun pflegen, einer Pflanze die Möglichkeit der hybriden Abstammung absprechen dürfen, weil sie reife Samen erzeugt, oder weil sie vollkommen ausgebildete und befruchtungsfähige Pollenkörner hervorbringt. Beides wäre im Widerspruch mit so vielen Ergebnissen der Bastardirungsversuche.

3) Die Bastarde sind eine gesetzmässige Zwischenbildung, indem sie ihre Eigenschaften von den beiden elterlichen Arten meistens in nahezu gleichem Maasse geerbt haben. Ein Hinausgreifen über dieselben kommt nur in sehr beschränkter und auch ganz bestimmter Weise vor, indem das geschlechtliche Reproductionsvermögen geschwächt und die vegetativen Thätigkeiten besonders angeregt sind. Wir dürfen daher eine Pflanze nur dann als hybrid in Anspruch nehmen, wenn ihre systematischen Merkmale jenen Anforderungen entsprechen.

Wenn es sich um die Bastardnatur einer Pflanze handelt, so ist das erste und wichtigste Kriterium, dass sie eine Mittelform zwischen zwei bestimmten Arten sei. Diese Forderung wird so häufig ausser Acht gelassen. Wie viele Formen sind für Bastarde von zwei andern erklärt worden, wo die Unmöglichkeit handgreiflich vorliegt, sei es dass die wesentlichen Merkmale gar nicht von der einen der beiden Arten abweichen und höchstens eine Varietätverschiedenheit bedingen, sei es dass die fragliche Pflanze eine (hybride oder nicht hybride) Mittelform zwischen zwei andern Arten als den angegebenen ist. Exempla sunt odiosa. Es wäre das Nämliche, wenn man den Pony als Bastard des Pferdes und des Esels oder das Maulthier als Bastard des Pferdes und des Zebras ausgeben wollte. Für die richtige Deutung einer hybriden Form ist eine noch viel genauere und vollständigere Untersuchung und eine viel sorgfältigere Vergleichung mit den Stammarten nöthig, als wenn es sich um Unterscheidung von Species und Varietäten handelt.

Für die richtige Beurtheilung der Bastarde ist namentlich daran zu erinnern, dass die constantesten und wichtigsten Merkmale am genauesten die Mitte zwischen den Stammarten halten, dass dagegen ein Charakter um so eher sich der einen Art nähern kann, je unwichtiger er ist (vgl. § 7

in der Mittheilung vom 15. Decemb. 1865). Diese Thatsache, welche in zweifelhaften Fällen die Frage, ob eine Pflanze der Bastard von zwei bestimmten andern Pflanzen sein könne, zu entscheiden vermag, dient in andern Fällen, wo man einen unzweifelhaften Bastard hat, dazu, die grössere oder geringere Constanz der Merkmale nachzuweisen.

Es giebt Systematiker und Floristen, die sich unter einem Bastard eine vage launenhafte Bildung, auch wohl eine Missbildung vorstellen. Finden sie nun eine abweichende, ungewöhnliche und seltene Form, so trägt dieselbe nach ihrer Meinung das Mal der unreinen Abkunft an der Stirne, und die nächsten besten Arten werden als Eltern angesprochen. Diess ist ein längst überwundener Standpunkt. Die Bastarde sind mit Rücksicht auf ihre systematischen Merkmale ein durchaus gesetzmässiges und constantes Produkt. Zwei Arten geben bei vielfach wiederholten Kreuzungen immer wieder die nämliche Bastardform. Kölreuter und Gärtner, deren Versuche um einen Zwischenraum von 100 Jahren aus einander liegen, haben von den gleichen Eltern genau die gleichen Hybriden erhalten.

Wenn das Urtheil nicht jeden wissenschaftlichen Halt verlieren soll, so muss die Forderung, dass der Bastard eine Mittelform zwischen den beiden Stammarten darstelle, in aller Strenge aufrecht erhalten werden. Nur in unwesentlichen Merkmalen kann der Bastard über seine Eltern hinausgehen. Er ist geneigt grösser und üppiger zu werden, die Blüthezeit etwas früher zu beginnen und etwas später zu beendigen, zahlreichere, grössere und länger dauernde Blüthen zu bilden, die Farben und Gerüche zu steigern, eine längere Lebensdauer und eine härtere Natur anzunehmen.

4) Zwischen zwei Formen giebt es nur Eine hybride Mittelform, da es für die systematischen Merkmale derselben gleichgültig ist, ob die eine oder an-

dere der elterlichen Formen bei der Befruchtung als Vater mitgewirkt habe. Dagegen kann der Bastard Varietäten bilden, welche sich den Eltern in unregelmässiger Weise nähern.

Es ist bei den Systematikern immer noch ein beliebtes Verfahren, unter den Bastarden zweier Arten A und B zwei verschiedene Mittelformen zu unterscheiden, von denen die eine A zum Vater und B zur Mutter hat, die andere sich im umgekehrten Abstammungsverhältniss befindet. Die Bastardform AB soll in den Blüthen dem Vater A, in den Blättern, Stengel und Wurzel der Mutter B gleichen; BA soll dagegen die Blüthen von B, die vegetativen Organe von A haben.

Ich war selbst früher in diesem Irrthum befangen und habe zu seiner Verbreitung mit beigetragen (Dispositio specierum generis Cirsii in Koch Synopsis fl. germ. et helv. Edit. II 1845). Es war freilich das Gegentheil von Kölreuter in bestimmtester Weise ausgesprochen worden. Allein spätere Experimentatoren hatten seine Autorität, selbst seine Glaubwürdigkeit in Zweifel gezogen, und einen bestimmten Einfluss der väterlichen und mütterlichen Pflanze behauptet. Auch hatte ich in einigen Fällen zwei verschiedene Bastardformen des nämlichen Elternpaars beobachtet, welche die gewöhnliche Annahme zu unterstützen schienen.

Seit Gärtner seine zahlreichen und sorgfältigen Versuche über Bastardbildung vollständig publizirte (1849), musste freilich der Irrthum aufgegeben werden. Derselbe wies mit den schlagendsten Thatsachen nach, dass Kölreuter seine Versuche aufs Genaueste angestellt, dass er richtig beobachtet und überall nur die Wahrheit berichtet hat, während es dagegen seinen Nachfolgern und Gegnern an Talent zum Experimentiren und Beobachten sowie an kritischem Urtheil fehlte.

Dagegen zeigte Gärtner, dass ein Bastard in der

zweiten und den folgenden Generationen Varietäten bildet, die sich den Stammarten nähern, und dass diese Varietäten ausnahmsweise auch schon in der ersten Generation auftreten können. Ohne Zweifel sind die Formen von wildwachsenden Bastarden, die man als Produkte der wechselseitigen Kreuzung (AB und BA) erklärt hat, zum Theil solche Varietäten. Zum Theil aber mögen sie aus der Befruchtung des Bastards durch die eine Stammart entstanden sein.

5) Die hybride Befruchtung durch den fremden Pollen findet statt, wenn während einer gewissen, oft nur kurzen Zeit der weiblichen Reife der eigene Blüthenstaub von der Narbe fern bleibt. Da Letzteres in Folge von temporärer männlicher Unfruchtbarkeit oder von ungleichzeitiger Reifung der Geschlechtsorgane öfters eintreten muss, so werden, da die Insekten und theilweise der Wind für fremde Bestäubung hinreichend sorgen, auch die Bastarde in der freien Natur sich häufig bilden.

Es wird gewöhnlich der Satz ausgesprochen, dass die hybride Befruchtung eine seltene und exceptionelle Erscheinung sei. Wenn wir aber die Bedingungen erwägen, unter denen sie nach den bekannten Thatsachen erfolgen muss, so werden wir anders urtheilen. Die Anwesenheit des eigenen Blüthenstaubs macht allerdings die Bastardbefruchtung unmöglich. Aber nicht immer werden die Narben im Momente, wo sie conceptionsfähig geworden, mit eigenem Pollen bestäubt.

Es giebt verschiedene Ursachen, warum diess nicht eintritt. Die weiblichen Organe können ausnahmsweise früher oder später sich entwickeln als die männlichen; sie können zu einer Zeit conceptionsfähig werden, wo die Antheren noch nicht verstäuben, oder wo sie schon verstäubt sind. Es kann ferner in Folge eines vorübergehenden Witterungseinflusses (Hitze, Trockenheit, Nässe, Kälte etc.)

beim Beginn der Conceptionsfähigkeit befruchtungsfähiger eigener Pollen mangeln, während fremder Pollen, der weniger gelitten hat, oder der sich früher bei günstigerer Witterung bildete, vorhanden ist. Endlich ist die Möglichkeit gegeben, dass aus irgend welchen andern zufälligen Ursachen (sei es dass die Antheren in Folge unvollkommner Ausbildung der Wandung nicht aufspringen, sei es dass im günstigen Moment keine Insekten auf die Blüthe kommen oder nur fremden Pollen auftragen u. s. w.) eigener Blüthenstaub nicht auf die Narbe gelangt. Wenn die fremden Pollenkörner nur kurze Zeit, bei manchen Pflanzen wenige Stunden, auf der Narbe sich allein befinden, so tritt hybride Befruchtung ein.

Es ist daher eine ganz ungerechtfertigte Behauptung, die Bastarde seien bloss eine künstliche Erscheinung, die dem wilden Naturzustande mangle. Unter gleichen Umständen muss hier wie dort das Nämliche eintreten. Zur Uebertragung des fremden Pollens ist nicht der Pinsel des Experimentators nothwendig; die Insekten sind unermüdliche Experimentatoren, welche diese Versuche auf viel bessere und manierlichere Weise zu vollziehen wissen. Zur Castration bedarf es nicht des Messers; die Natur führt auf hundert verschiedene Arten die Ausschliessung des eigenen Pollens herbei.

Aus den angegebenen Gründen müssen wir annehmen, dass sehr zahlreiche Veranlassungen zu hybrider Befruchtung gegeben seien und dass sehr oft hybride Samen gebildet werden. Immerhin wird die Zahl der letztern gegenüber den Samen reinen Ursprungs gering sein. — Von allen Samen, die während einer Vegetationsperiode gebildet werden, keimt aber nur ein kleiner Bruchtheil, vielleicht bloss der hundertste oder tausendste Theil. Wenn auf einem Standorte von zwei Arten jährlich 10 hybride Samen erzeugt werden, so würde demnach bloss alle 10 oder alle 100 Jahre

einer derselben zum Keimen gelangen. Ueberdem ist es häufig der Fall, dass die hybriden Samen langsamer keimen und dass sie somit gegenüber den Samen reinen Ursprungs im Nachtheil sind, so dass die Verhältnisszahl der aufwachsenden Pflanzen für sie noch geringer ausfällt.

Wenn somit auch die hybride Befruchtung nicht selten statt findet, so müssen doch die Bastarde zwischen Arten eine relativ seltene Erscheinung sein, und zwar um so seltener, je weiter die Arten von einander entfernt sind. Zwischen nahe verwandten Species, besonders zwischen denjenigen, die von manchen Autoren als Varietäten in Anspruch genommen werden, trifft man hie und da Bastarde. Noch viel häufiger sind sie zwischen den wirklichen Varietäten oder Racen.

6) Die Speciesbastarde haben in der Regel entweder ganz unfruchtbare oder geschwächte Fortpflanzungsorgane. Im letztern Falle bilden sie durch Selbstbefruchtung eine geringe Zahl keimfähiger Samen und sterben nach einigen wenigen oder nach mehreren Generationen aus. Die Bestäubung durch eine der beiden Stammarten schliesst aber die Selbstbefruchtung ganz aus und der Bastard kehrt zu dieser Stammart zurück. Die hybriden Mittelformen zwischen den Arten haben somit gewöhnlich keinen Bestand und verschwinden nach kurzer Zeit wieder. Sie treten je nach der Verwandtschaft der Stammformen auf dreierlei Weise auf:

A. als Mittelform, die in äusserst wenigen gänzlich unfruchtbaren Individuen vertreten ist, **ohne** Uebergänge zu den Stammarten: bei Species mit geringster Verwandtschaft;

B. als spärliche Mittelform mit geringer Fruchtbarkeit und mit **einzelnen** Uebergangsformen nach

einer oder nach beiden Stammarten: bei Species mit geringer Verwandtschaft;

C. als mehr oder weniger spärliche Mittelform mit theilweiser Fruchtbarkeit und mit **zahlreicheren** Uebergangsformen nach den beiden Stammarten: bei Species mit grösserer Verwandtschaft.

Die Bastarde werden um so unfruchtbarer, je weiter die Stammarten von einander entfernt sind. In gleichem Maasse nimmt auch die Neigung zur hybriden Befruchtung ab. Dadurch wird ein verschiedenes Verhalten der hybriden Zwischenformen bedingt; es lassen sich drei Kategorieen unterscheiden. Zwischen den entferntesten Arten, die sich noch gegenseitig befruchten können, finden wir bloss wenige Bastardindividuen, die einer einzigen Form, nämlich dem ursprünglichen hybriden Typus angehören. Da der Bastard vollkommen unfruchtbar ist, so kann er weder durch Selbstbefruchtung Varietäten bilden, noch auch, durch eine Stammart befruchtet, zu dieser zurückkehren. Es giebt solche Bastarde, die nur in einem einzigen oder in einigen wenigen Exemplaren bis jetzt gefunden worden sind.

In der zweiten Kategorie (B) ist die Verwandtschaft zwischen den Arten zwar immer noch gering, aber doch etwas weniger entfernt als in dem vorhergehenden Falle. Die Bastarde sind nicht gänzlich unfruchtbar. Sie können zwar sich nicht selber befruchten, werden aber entweder von beiden Stammarten oder auch nur von derjenigen, welche die grössere Affinität hat, befruchtet. Daraus gehen hybride Formen hervor, welche sich den Stammarten nähern und, da sie eine grössere Fruchtbarkeit besitzen, sich von denselben noch leichter befruchten lassen. Man findet daher neben der ursprünglichen Bastardform auch solche Pflanzen, welche einer oder beiden elterlichen Arten in verschiedenen Graden näher gerückt sind. Man möchte nun vielleicht erwarten, dass dieselben in um so grösserer Zahl vorhanden

seien, je ähnlicher sie der Stammart geworden, weil in gleichem Maasse die Fruchtbarkeit zugenommen hat. Diess wäre aber ein unrichtiger Schluss, und in der That findet man diese sogenannten zurückkehrenden Formen vieler Bastarde nur sehr spärlich und selbst in viel geringerer Zahl als die ursprüngliche hybride Form selbst. Der Grund liegt darin, dass der Bastard viel seltener befruchtet wird als die hybride Bestäubung zwischen den Stammarten erfolgt. Denn er hat geschwächte Geschlechtsorgane und ist nur in einzelnen wenigen Individuen vorhanden, während die Stammarten nach Hunderttausenden und Millionen zählen. Es werden daher viel mehr hybride Samen der ersten, als der zweiten Generation gebildet.

Sind die Arten einander ziemlich nahe verwandt, was die dritte Kategorie (C) bedingt, so treten die Bastarde in grösserer Menge auf. Dieselben sind männlich und weiblich zeugungsfähiger als in der zweiten Kategorie. Sie werden aber immerhin leichter durch ihre Stammarten befruchtet, als durch sich selbst. Die Individuenzahl der zurückkehrenden Formen übertrifft die des ursprünglichen Bastardes und nimmt um so mehr zu, je ähnlicher die Pflanzen einer Stammart geworden sind. Die Bastarde können meist auch sich selbst befruchten, und eine variable Nachkommenschaft bilden, wodurch die Vielförmigkeit der hybriden Gestalten zwischen den beiden Arten erhöht wird.

Wie diese Arten mit naher Verwandtschaft verhalten sich auch die constanten Varietäten oder Unterarten. Sie sind durch eine Reihe hybrider Uebergangsformen verbunden, welche um so zahlreicher werden, je mehr sie sich einer Stammform nähern, und die oft so vielförmig sind, dass fast keine Pflanze der andern gleich ist.

Aber selbst in dem letztern Falle geben sich die hybriden Formen schon durch ihre verhältnissmässig geringe Individuenzahl zu erkennen. Wenn auch der Sammler auf

einem grössern Standorte seine halbe oder ganze Centurie von der Mittelform auftreibt, so ist diess immer nur ein kleiner Bruchtheil von der Menge, in der die Stammformen vorhanden sind.

Einjährige Bastarde, selbst der dritten Kategorie, sind auf ihren Standorten nie constant vorhanden. Sie erscheinen in einem Jahr und bleiben in einem andern aus. Perennirende Bastarde der dritten Kategorie kommen zwar auf der nämlichen Localität beständig vor, weil sie sich wenigstens auf geschlechtslosem Wege erhalten. Sie können aber durch Sammler leicht ausgerottet werden, weil sie sich nicht jedes Jahr, vielleicht nicht jedes Jahrzehend bilden. Die perenirenden Bastarde der ersten und zweiten Kategorie sind auf ihren Standorten nie constant vorhanden.

7) Während die in § 1—6 enthaltenen Normen festbegründet erscheinen und die in § 6 aufgeführten Mittelformen sicher hybriden Ursprungs sind, giebt es andere Zwischenformen, welche durch grössere Individuenzahl, durch vollkommene Fruchtbarkeit und Constanz sich auszeichnen, und von denen es zweifelhaft bleibt, wie sie entstanden sind. Sie treten in dreierlei Weise auf:

A. als isolirte Mittelform; die Lücken zwischen ihr und den beiden Hauptarten sind meistens durch spärliche hybride Uebergänge ausgefüllt;

B. als zwei oder mehrere isolirte Zwischenformen, die stufenförmig von einer Hauptart zur andern hinüberführen; die Lücken zwischen ihnen selber, sowie zwischen ihnen und den Hauptformen sind durch spärliche hybride Uebergänge vermittelt;

C. als unmerkliche Uebergangsreihe zwischen den beiden Hauptarten, in welcher alle Glieder in

zahlreichen und vollkommen fruchtbaren Individuen repräsentirt sind.

Für die Hybridität dieser constanten Zwischenformen scheint der Umstand zu sprechen, dass sie fast ausnahmslos bloss in Gemeinschaft mit beiden Hauptformen auftreten. Dagegen sprechen die Erfahrungen der künstlichen Bastardbildung, wonach es undenkbar ist, dass in Gegenwart der Stammarten sich ein oder mehrere hybride Mittelglieder zu constanten und morphologisch isolirten Formen ausbilden. Bemerkenswerth ist noch die Thatsache, dass künstlich gezogene oder wildwachsende Bastarde den constanten Zwischenformen der nämlichen Arten sehr ähnlich sehen, aber von denselben durch die mangelnde Beständigkeit verschieden sind.

Ueber die in § 6 aufgeführten Mittelformen, welche sich durch ihre verhältnissmässig geringe Individuenzahl und ihre Unbeständigkeit in der Dauer auszeichnen, kann bei denen, welche sich mit den Erfahrungen über die Bastardbildung vertraut gemacht haben, keine Meinungsverschiedenheit bestehen. Es giebt nur die eine Möglichkeit, sie als Bastarde zu betrachten. Anders verhält es sich mit den in § 7 erwähnten Zwischenformen, welche sich wie reine Formen fortpflanzen und daher auch in grösserer Menge auftreten. Ueber viele derselben ist mit Berücksichtigung aller bis jetzt bekannten Erfahrungen eine doppelte Ansicht möglich; man kann ihre hybride Natur verfechten und bestreiten.

In den Mittheilungen vom 15. Dezember 1865 § 3 und vom 13. Januar 1866 habe ich angegeben, dass aus einem Artbastard durch Inzucht eine constante Form hervorgehen kann. Die Mittheilungen Gärtner's, Herbert's und Kölreuter's betreffend die Fruchtbarkeit der Bastarde in der ersten und den folgenden Generationen lassen darüber

keinen Zweifel. Die hybride Verbindung von Triticum vulgare Lin. und Aegilops ovata Lin. mit der Abstammungsformel V—VO giebt uns ein Beispiel eines constant gewordenen abgeleiteten Bastards.

Dabei ist aber zu berücksichtigen, dass solche Resultate nur in der Kultur erhalten werden können, wo die Inzucht durch Ausschliessung der Befruchtung von Seite der Stammarten gesichert ist. Im wilden Zustande befinden sich die wenigen Bastardindividuen unter zahlreichen Pflanzen der Stammarten. Sie werden nur selten zur Selbstbefruchtung gelangen, da der stammelterliche Pollen die Wirksamkeit des eigenen unmöglich macht. Die Nachkommenschaft des Bastardes muss daher vorzüglich aus Formen bestehen, die zu den Stammarten zurückkehren. Nach den jetzt bekannten Thatsachen der künstlichen Bastardirung ist es im höchsten Grade unwahrscheinlich, dass ein Bastard unter den Eltern zu einer sich constant fortpflanzenden Form werde; die Befruchtung durch die Stammarten arbeitet unablässig daran, ihn wieder zu denselben zurückzuführen.

Man könnte zu der Vermuthung geneigt sein, dass ein hybrider Same einmal durch Winde oder durch Thiere an einen Ort hingetragen werde, wo die Stammeltern fehlen, und dass er sich hier durch lange Inzucht zu einer Form ausbilde, in welcher die Merkmale eine grosse Constanz erlangt haben, und die sich daher gegenüber den Stammarten als eine gleichberechtigte Zwischenrace verhalte. Nehmen wir auch an, dass wirklich einmal der glückliche Zufall es so fügen, und dass von den wenigen hybriden Samen einer dahin gelangen könnte, wo von den Millionen Samen reiner Abkunft durch viele Jahre hindurch keiner hinkommt, so steht diess mit dem Vorkommen aller Zwischenformen im Widerspruch, welche fast nie ohne die beiden Hauptarten und nur ausnahmsweise bloss mit einer einzigen derselben gemeinsam gefunden werden.

Was das systematische Verhalten der constanten Zwischenformen betrifft, so treten die meisten derselben so auf, dass sie gleich einer Insel zwischen zwei Continenten ein ziemlich engbegrenztes Mittelglied bilden, welches durch spärliche hybride Uebergänge mit den beiden Hauptarten verbunden ist. M sei die Mittelform zwischen A und B, so giebt es Bastarde zwischen A und M, sowie zwischen B und M. Diese Bastarde haben den Charakter derjenigen, die man zwischen nahverwandten Arten oder zwischen Unterarten findet (§ 6 C). Bei solchem Verhalten der Mittelform ist ihr hybrider Ursprung durchaus unwahrscheinlich. Man begreift die Lücken zwischen ihr und den Stammarten nicht; dieselben sollten vielmehr mit Uebergängen ausgefüllt sein, die durch grössere Individuenzahl die Mittelform überträfen, wie das bei den Bastarden mit vollkommnerer Zeugungsfähigkeit der Fall ist.

Andere der constanten Zwischenformen treten als zwei oder mehrere ziemlich engbegrenzte Stufenglieder auf, gleich einer Reihe von Inseln zwischen zwei Continenten. A, N, O, B stellen eine Reihe von Formen dar, A und B sind die Hauptarten, N und O die Stufenglieder, von denen N zwischen A und O, und O zwischen N und B steht. Auch hier mangeln die Bastarde zwischen den 4 Formen nicht. Die hybride Abstammung von N und O ist noch unwahrscheinlicher als in dem vorhergehenden Falle. Man müsste annehmen, dass nach Art von Aegilops speltaeformis N die Abstammung A-(A+B) und O die Abstammung B-(A+B) hätte. Die Lücken zwischen A und N, ferner zwischen O und B sollten nach den Regeln der Bastardbildung mit Uebergängen ausgefüllt sein, und diese Uebergänge sollten auch hier, wie in dem vorhergehenden Falle, zahlreicher vertreten sein als N und O selber.

Endlich giebt es noch Zwischenformen, die zwischen den beiden Hauptarten eine unmerkliche Uebergangsreihe

bilden, in welcher alle Glieder gleich zahlreich vertreten sind. Eine solche Reihe kann mit einigem Recht als hybrid angesehen werden, obgleich man immer erwarten möchte, dass die Glieder der Mitte in geringster Individuenzahl erscheinen sollten. Zudem sind diese unmerklichen und gleichmässigen Uebergangsreihen der seltenste Fall für die Art und Weise, wie die Zwischenformen vorkommen.

Ich habe keine Beispiele für das verschiedene Verhalten der Zwischenformen angeführt, weil ich am Schlusse einige zusammenstellen, die wichtigsten aber bei spätern Mittheilungen über die Gattung Hieracium erörtern will.

Die Verfechter der Hybridität können geltend machen, dass die Zwischenformen fast ohne Ausnahme mit den beiden Hauptarten gemeinsam vorkommen, obgleich, wie ich gezeigt habe, gerade dieses Verhalten in gewisser Beziehung gegen den hybriden Ursprung spricht. Sie können den Schluss ziehen, dass diese Vergesellschaftung die Entstehung der Zwischenformen aus den Hauptarten beweise. Allerdings ist es im höchsten Grade auffallend, dass die Mittelform M nicht bloss im Allgemeinen an den Verbreitungsbezirk von A und B gebunden ist, sondern dass sie auch in der Regel nur solche Standorte bewohnt, wo A und B sich befinden. Freilich bleibt diese Schlussfolgerung problematisch, so lange wir nicht etwas Genaueres über die Entstehung der Varietäten und Arten in der freien Natur wissen.

Die Verfechter der Hybridität sind, um ihre Ansicht aufrecht zu erhalten, zu einer Annahme gezwungen, die bis jetzt durch die künstlichen Bastardirungsversuche nicht bestätigt wurde. Sie müssen annehmen, dass gewisse Pflanzen einen Bastard bilden, der grössere Neigung hat, sich selbst zu befruchten, als durch die Stammarten befruchtet zu werden. Es ist diess ein Umstand, der nicht nur mit den Erfahrungen der Bastardzüchter im Widerspruch ist, sondern der uns auch sonst nicht recht einleuchten will. Es scheint

nicht glaublich, dass die hybride Verbindung A + B eine geringere geschlechtliche Affinität zu A und zu B habe als zu sich selbst, dass A + B, als eine Ausnahme unter den Speciesbastarden, bei der Inzucht sich mit vollkommener Fruchtbarkeit fortpflanze, aber mit A und B bloss Verbindungen bilde, welche, wie gewöhnlich die Speciesbastarde, geschwächte Geschlechtsorgane besitzen und zur Selbstbefruchtung weniger fähig seien.

Eine höchst merkwürdige Thatsache ist die, dass scheinbar die gleiche Mittelform bald als unzweifelhafter Bastard bald als selbständige und fruchtbare Form auftreten kann. So giebt Fr. Schultz an, er habe aus der Befruchtung von Hieracium Pilosella mit H. Auricula und mit H. praealtum Bastarde erhalten, welche von den in der freien Natur wachsenden Pflanzen nicht verschieden seien. Diese beiden Mittelformen kommen nach meinen Beobachtungen an den einen Orten nur in wenig Exemplaren zwischen den Stammarten vor und lassen die hybride Abkunft nicht verkennen, während sie an andern Orten in grosser Menge und vollkommen fruchtbar gefunden werden. Ein ähnliches zweifaches Vorkommen zeigen noch mehrere andere Mittelformen von Hieracien, wobei ich jedoch bemerke, dass die hybride und die beständige Form meist nicht vollkommen identisch sind, sondern etwas (bald mehr, bald weniger) von einander abweichen. Auch in andern Gattungen erscheint die nämliche Mittelform bald als Bastard bald als constante Zwischenart, so z. B. diejenige zwischen Cirsium acaule und C. bulbosum, zwischen Primula acaulis und P. officinalis, worüber ich auf die Notizen am Schlusse verweise.

Kommt im wilden Zustande zwischen den Arten A und B eine constante Mittelform M vor, und erhält man durch künstliche hybride Befruchtung von A mit B einen Bastard, welcher derselben gleich zu sein scheint, so darf man dess-

wegen noch nicht auf wirkliche Identität schliessen. Erst wenn der Bastard A + B nach einer Reihe von Generationen in den Merkmalen beständig geblieben ist und die vollkommene Fruchtbarkeit von M erlangt hat, ist man zu der Annahme berechtigt, dass M möglicherweise durch Bastardirung von A und B entstanden sei. Ich sage möglicherweise, denn die Nothwendigkeit zu dieser Folgerung ist damit noch nicht gegeben. Die Mittelform M könnte auf irgend eine andere Weise (durch Transmutation von A in B oder durch Transmutation einer untergegangenen Art in A, M und B) sich gebildet haben. Ergiebt es sich aber aus den Versuchen, dass die Bastarde AB und BA schon von Anfang an unfruchtbar sind oder nach einer Reihe von Generationen an Unfruchtbarkeit zu Grunde gehen, oder dass sie sich einer Stammart nähern, so können wir mit grosser Sicherheit behaupten, dass die Mittelform M nicht hybriden Ursprungs ist. Leider giebt es keine derartige Versuchsreihe, indem die Gärtner'schen und andere Beobachtungen sich auf Bastarde von Arten beziehen, zwischen denen in der freien Natur keine constanten Mittelformen getroffen werden.

Wir haben also bis jetzt keine Gewissheit über die Entstehung der constanten Zwischenformen. Mit Rücksicht auf die Gesetze der Bastardbildung dürfen wir ihren hybriden Ursprung nicht behaupten. Wir sind aber auch nicht im Stande, ihre reine Abkunft absolut zu verbürgen, obgleich sie im Ganzen unendlich viel wahrscheinlicher ist. Die Frage bleibt unentschieden, bis Bastardirungsversuche neues Licht verbreiten; vielleicht kann sie vollständig erst dann gelöst werden, wenn man Genaueres über die Modalitäten weiss, wie die Arten entstanden sind.

Die grosse allgemeine Bedeutung der constanten Zwischenformen liegt darin, dass sie überhaupt existiren. Sie beweisen uns, dass die Arten unter einander und von den Varietäten nicht absolut verschieden sind.

Die Bedeutung der Zwischenformen, mögen sie hybrid oder constant sein, für die Systematik im Speziellen besteht darin, dass sie uns Fingerzeige über die Verwandtschaft der Arten geben. Denn offenbar können wir es nicht für gleichgültig ansehen, ob zwei Species durch Zwischenglieder verbunden sind oder nicht, und ebenso wenig kann es gleichgültig sein, wie diese Zwischenglieder beschaffen sind.

Wenn ich von der Bedeutung der Zwischenformen spreche, so versteht es sich von selbst, dass ich nur wirkliche und nicht vermeintliche Zwischenformen meine. Man trifft nicht selten auf die Angabe, eine Pflanze stehe zwischen zwei andern in der Mitte, obgleich die sorgfältige Würdigung der Merkmale nicht zu diesem Ausspruche berechtigt. Von einer Mittelform zweier Arten muss gefordert werden, dass sie nahezu so beschaffen sei, als ob sie aus der hybriden Befruchtung beider entstanden wäre. Ich verweise auf das, was ich oben in § 3 und in der Mittheilung vom 15. Dezember 1865 über die mittlere Bildung der Bastarde gesagt habe.

In der bisherigen Systematik wurden die Zwischenformen bald als Bastarde, bald als Arten, bald als Varietäten und bald gar nicht aufgeführt. Um die Frage zu entscheiden, wie sie natürlicher Weise zu behandeln seien, müssen wir vor Allem zwischen den hybriden und den constanten Zwischenformen unterscheiden.

Die unbeständigen Zwischenformen hybriden Ursprungs dürfen auch nur als solche unter den constanten Formen compariren. Jede andere Behandlungsart ist als unlogisch und widernatürlich zu verwerfen. Es giebt Systematiker, welche prinzipiell sie als Varietäten bei den nächst verwandten Arten unterbringen wollen. Welcher Zoolog würde denn das Maulthier als Varietät des Pferdes oder des Esels einreihen mögen und den Mulatten als Varietät des Caucasiers oder des Negers?

Andere Systematiker wollen die Bastarde aus einer streng wissenschaftlichen Anordnung ganz ausschliessen. Diess lässt sich rechtfertigen, wenn die systematische Bearbeitung bloss den praktischen Zweck hat, die Mittel zur Bestimmung der constanten Formen an die Hand zu geben. Stellt sie sich aber die wissenschaftliche Aufgabe, die verwandtschaftlichen Beziehungen zwischen den Arten aufzufinden, so dürfen die Angaben über Bastardbildung nicht fehlen, und es sind die künstlichen Befruchtungen, welche die Experimentatoren in Gärten ausführen, eben so sehr zu berücksichtigen, wie diejenigen, welche von den Insekten in der freien Natur zu Stande gebracht werden. Wenn von drei Arten A, B und C, mit denen künstliche Versuche angestellt wurden, A und B sich nicht mit einander befruchten lassen, wenn A und C einen gänzlich sterilen, B und C einen ziemlich fruchtbaren Bastard geben, so sind diese Thatsachen für die Affinitäten von A, B und C ebenso wichtig und von den Monographen ebenso sehr zu berücksichtigen, als die Kennzeichen, welche der äussern Formbildung entnommen sind.

Damit will ich nicht sagen, dass die Bastarde ausführlich beschrieben oder auch nur, dass sie diagnostizirt werden sollen. Diess wird von den Intentionen des Autors abhängen. Ihre Existenz oder Nichtexistenz mit den hauptsächlichsten allgemeinen Angaben über die Modalitäten derselben darf aber jedenfalls nicht mit Stillschweigen übergangen werden.

Was ferner die constanten Zwischenformen betrifft, so ist deren Ausschliessung wohl niemals prinzipiell gefordert worden, wenn dieselben auch zwischen nah verwandten Arten zuweilen ignorirt werden. Sie erscheinen aber in den systematischen Arbeiten in verschiedener Weise, bald als Bastarde, bald als Varietäten, bald als Arten; bald dienen sie auch dazu, um zwei Arten mit einander zu ver-

einigen. Keine dieser Behandlungsweisen kann als logisch und der Natur entsprechend gebilligt werden.

Wenn man die constanten Zwischenformen als Bastarde aufführt, so ist damit ihr systematisches Verhältniss zu den Hauptarten zwar richtig angegeben. Allein damit wird zugleich eine bestimmte Angabe über ihren Ursprung gemacht, die sehr wahrscheinlich unrichtig ist.

Stellt man die Zwischenformen als Varietäten zu den Hauptarten, so macht man damit unrichtige Voraussetzungen über ihre verwandtschaftlichen Beziehungen. Einige Beispiele werden diess deutlich zeigen. Zwischen A und B gebe es eine Mittelform M, welche die Merkmale $\frac{1}{2}$ A + $\frac{1}{2}$ B vereinigt. Sie ist ebenso nahe mit A als mit B verwandt. Ordnen wir sie aber als Varietät bei A oder bei B ein, so sagen wir damit, dass sie viel näher der einen Art stehe als der andern. — Zwischen den Arten A und B gebe es ferner zwei Zwischenformen:

N mit den Merkmalen $\frac{2}{3}$ A + $\frac{1}{3}$ B und
O mit den Merkmalen $\frac{1}{3}$ A + $\frac{2}{3}$ B.

In diesem Falle dürften viele Systematiker nicht anstehen, N als Varietät zu A, und O als Varietät zu B zu ziehen, und damit zwei Arten zu schaffen, deren Varietäten nicht weiter von einander abstehen, als dieselben von ihren Hauptformen entfernt sind. — Zwischen A und B bestehen endlich 5 Zwischenformen, welche mit den Hauptarten die Reihe ergeben:

A, $\frac{5}{6}$A+$\frac{1}{6}$B, $\frac{4}{6}$A+$\frac{2}{6}$B, $\frac{3}{6}$A+$\frac{3}{6}$B, $\frac{2}{6}$A+$\frac{4}{6}$B, $\frac{1}{6}$A+$\frac{5}{6}$B, B.

Die Trennung der Zwischenformen in zwei Gruppen, welche man den beiden Hauptarten A und B zutheilt, wird hier noch unnatürlicher, weil man eine fast continuirliche Formenreihe zerreisst.

Man wird vielleicht einwenden, dass in Wirklichkeit die Formen nicht genau in der Weise auftreten, wie ich es

angegeben habe, und dass ihre Unterbringung als Varietäten durch praktische Rücksichten geboten werde. Was den erstern Einwurf betrifft, so erwiedere ich, dass die drei Beispiele genau in der angegebenen Weise bei der Gattung Hieracium vorkommen, worüber ich auf spätere Mittheilungen verweise. Mit Rücksicht auf den zweiten Einwurf handelt es sich vorerst nicht darum, was zur leichten und sichern Bestimmung praktisch, sondern was der richtige Ausdruck für die vorhandenen Thatsachen sei. Freilich dürfte sich schliesslich überzeugend herausstellen, dass das Natürlichste auch das praktisch Zweckmässigste sei.

Werden die Zwischenformen als Arten in gleicher Reihe neben den Hauptarten aufgezählt, so coordinirt man ungleichwerthige Dinge. Wenn M die Mittelform zwischen A und B ist, so kann sie als constante Form zwar denselben als ebenbürtig angesehen werden, aber mit Rücksicht auf die andern Arten der gleichen Gattung hat sie offenbar einen andern Werth. Eine Gattung wird z. B. durch 6 Hauptarten gebildet A, B, C, D, E und F. Zwischen A einerseits und jeder der übrigen Arten anderseits bestehen Mittelformen mit den Merkmalen $1/2$ A + $1/2$ B, $1/2$ A + $1/2$ C, $1/2$ A + $1/2$ D, $1/2$ A + $1/2$ E, $1/2$ A + $1/2$ F; ferner giebt es Mittelformen zwischen B einerseits und C, D, E anderseits, mit den Merkmalen $1/2$ B + $1/2$ C, $1/2$ B + $1/2$ D, $1/2$ B + $1/2$ E; alle übrigen noch denkbaren Zwischenformen mangeln. Behandelt man die 8 aufgezählten Mittelformen als wirkliche Arten neben den 6 Hauptarten, so wird der Schwerpunkt der Gattung verschoben; er wird unnatürlicher Weise gegen A und B hin gerückt. Ueberdem führt man neben den Hauptarten, von denen jede morphologisch etwas Neues und Eigenthümliches ist, in gleicher Linie noch solche auf, welche nichts Neues und Eigenthümliches darbieten, weil ihre Merkmale immer diejenigen zweier Hauptarten vereinigen.

Die Anwesenheit von Zwischenformen, namentlich wenn

dieselben eine Reihe fast unmerklicher Uebergänge darstellen, kann die Veranlassung geben, um zwei Arten in eine einzige zu verschmelzen. Diess heisst den gordischen Knoten zerhauen, statt ihn zu lösen. Es giebt Gattungen, wo ein solches consequentes Vereinigen zu ganz monströsen, mit unserer gegenwärtigen Vorstellung über spezifische Verschiedenheit im grössten Widerspruche stehenden Arten führen würde. Wir müssten zum Beispiel Hieracium albidum, H. prenanthoides, H. vulgatum, H. murorum und H. villosum nebst andern in eine einzige Species zusammenschmieden.

Nachdem ich gezeigt habe, wie die Zwischenformen nicht behandelt werden dürfen, ist es nun leicht zu sagen, in welcher Weise sie zu behandeln sind. Denn es bleibt nur das Eine übrig, sie als das zu geben, was sie sind, nämlich als Zwischenarten. Sie dürfen nicht die laufende Nummer der Arten erhalten und müssen ausdrücklich als Zwischenglieder zwischen den bestimmt genannten zwei Hauptspecies charakterisirt werden; sie sollen, wie die Bastarde, vorzugsweise zur Erläuterung der Verwandtschaft der wirklichen Species dienen.

Eine wichtige Frage ist die Abgrenzung der Hauptarten von den Zwischenformen, mögen diese hybrid oder constant sein. Sind sie beständig, so gehen sie doch ebenfalls durch hybride Mittelglieder in die Hauptarten über. An die letztern schliesst sich daher immer eine ununterbrochene Reihe von Formen an, so dass, wenn nicht ein bestimmter Anhaltspunkt gefunden wird, es dem subjectiven Takt, der in der systematischen Botanik schon so viel auf seinen Schultern und auf seinem Gewissen hat, überlassen bleibt, wie weit er die Hauptart ausdehnen und wo er ihre Grenze ziehen wolle. In der That sehen wir, dass die Autoren in dieser Beziehung sehr ungleicher Meinung sind, dass sie aber fast insgesammt die Grenzen zu weit

ausdehnen. Wenn A, M und B zwei Hauptarten und ihre Mittelart sind, so werden gewöhnlich zu A noch Bastarde von A mit M und zu B noch solche von B mit M gezogen, wodurch die Formenkreise von A und B zu sehr erweitert werden.

Es ist nun leicht sich darüber Gewissheit zu verschaffen, wo eine Hauptart abgegrenzt werden soll; man hat sie nur auf denjenigen Standorten zu untersuchen, wo die Zwischenformen mangeln. Es giebt sehr charakteristische Beispiele dafür, dass eine Hauptart, da wo sie mit den Zwischenformen zugleich vorkommt, sehr variabel erscheint, weil die Bastarde mit ihren zurückkehrenden Formen sich an sie anschliessen, während sie anderwärts ziemlich einförmig auftritt.

Die eben ausgesprochene Regel halte ich theoretisch und praktisch nicht allein für die wichtigste, sondern sogar für die allein massgebende, wenn es sich um die Abgrenzung der Arten vielförmiger und durch Zwischenformen verwickelter Gattungen handelt. In Gegenden, wo Cirsium oleraceum mit einem der Bastarde C. (oleraceum + palustre), C. (bulbosum + oleraceum), C. (acaule + oleraceum), C. (oleraceum + rivulare) zusammen vorkommt, ist es ganz unmöglich anzugeben, wo C. oleraceum aufhört. In einer Gegend, wo Cirsium acaule, C. bulbosum und die Zwischenformen wachsen, kann man weder C. acaule noch C. bulbosum bestimmt abgrenzen. Das Nämliche gilt für C. acaule und C. rivulare, da wo sie zugleich mit den Uebergangsformen auftreten. Man muss diese Arten in Gegenden beobachten und ihre Variabilität bestimmen, wo sie ohne die Zwischenformen, am besten wo sie allein vorkommen.

Als Beispiel will ich das Verhalten von Cirsium acaule noch etwas weiter ausführen. Dasselbe besitzt die Fähigkeit zu caulesciren und hat dann habituell eine grosse

Aehnlichkeit mit C. medium (der Mittelform zwischen C. acaule und C. bulbosum). Man erhält auch oft grössere Formen von C. acaule caulescens unrichtiger Weise als C. medium und kleinere Exemplare von C. medium als C. acaule caulescens bestimmt. Diese Verwechslungen kann man nur dann vermeiden, wenn man C. acaule in Gegenden, wo es allein wächst, studirt hat. In Cherbourg, in dessen Flora C. bulbosum gänzlich mangelt, fand ich die stengelnde Form von C. acaule fusshoch mit oberwärts blattlosem Stengel. Aber diese Pflanze, obgleich habituell dem C. medium ähnlich und von demselben kaum durch bestimmt zu formulirende Kennzeichen zu unterscheiden, hat Blätter und Köpfe von C. acaule und kann, einmal erkannt, gar nicht mehr mit C. medium verwechselt werden [1]).

Was die Namengebung der Zwischenformen betrifft, so lege ich darauf, als auf eine Formsache, zwar weniger Gewicht. Doch wäre es wünschbar, wenn ein gleichmässiges Verfahren angenommen würde. Dabei dürfte es sich wohl als naturgemäss und zweckmässig erweisen, wenn man die hybriden und die constanten Zwischenformen ungleich behandelte. Die unzweifelhaften Bastarde sind durch die Vereinigung der Namen ihrer Eltern zu bezeichnen. Man hat

---

1) Mit Cirsium bulbosum ist mir selber früher ein Irrthum begegnet, da mir die aus dem Vorkommen abzuleitende Regel noch nicht bewusst war. Ich habe eine ästige hohe Pflanze als C. bulbosum var. ramosum aufgeführt (Koch Syn. Ed. sec p. 992). Diese Varietät wächst bei Zürich, wo auch C. (bulbosum + palustre) und C. (bulbosum + oleraceum) nebst den zu C. bulbosum zurückkehrenden Formen dieser Bastarde vorkommen. Da ich ähnliche ästige Pflanzen mit kleinbeblätterten Zweigen nirgends finden konnte, wo C. bulbosum allein wächst, so muss ich sie nun als Formen betrachten, die von einem der beiden genannten Bastarde herstammen und die letzte Stufe der Rückkehr zur Hauptart darstellen.

dagegen eingewendet, die zusammengesetzten Namen seien zu lang und unbequem, sie seien allzu unbestimmt und man könne sich nichts dabei denken. Es dürfte schwer halten, solche Aussprüche plausibel zu machen. Meiner Ansicht nach ist das Allerbezeichnendste für einen Organismus seine Abstammung. Die besten Namen für Maulthier und Maulesel sind ohne Zweifel Eselpferd und Pferdesel. Wenn wir uns mit den systematischen Merkmalen des Maulthiers beschäftigen, so müssen wir vor Allem uns vergegenwärtigen, dass es der Bastard vom Esel und Pferd ist. Damit ist seine ganze Natur ausgedrückt. Wenn wir sagen Verbascum spurium Koch, Digitalis purpurascens Roth, Cirsium hybridum Koch, so müssen wir, um das Wesen dieser Pflanzen kenntlich zu machen, hinzufügen: Bastard von Verbascum Thapsus und V. Lychnitis, Bastard von Digitalis purpurea und D. grandiflora, Bastard von Cirsium palustre und C. oleraceum.

Es wäre also einfacher, sie gleich von Anfang an als diese Bastarde zu bezeichnen. Allerdings darf man, wenn man mit strenger Kritik verfahren will, nicht etwa sagen Verbascum Thapso-Lychnitis oder V. Lychniti-Thapsus; denn diese Namen setzen schon voraus, dass man den Vater und die Mutter kenne, was bei den wildwachsenden Bastarden nie der Fall ist. Man muss also entweder die Benennung Verbascum hybridum e V. Lychnitide et V. Thapso brauchen oder einfach Verbascum (Lychnitis + Thapsus), Verbascum (Lychnitis et Thapsus), wobei empfohlen werden dürfte, die beiden Arten nach der alphabetischen Ordnung sich folgen zu lassen.

Es ist eine unglückliche Manie, den Bastarden neue einfache Namen zu geben, welche gar keinen Vortheil gewähren und nur die Wissenschaft mit Synonymen noch mehr belästigen. Die Folgen derselben dürften selbst denen, die so gerne ihr mihi oder nobis den Benennungen beifügen, als abschreckend

erscheinen, wenn sie bedenken, wie viele bisher vernachlässigte oder übersehene Bastarde zwischen sehr nah verwandten Arten und zwischen Unterarten in der Natur vorkommen, die ebenfalls Berücksichtigung verdienen.

Was die constanten Zwischenformen betrifft, so müssen dieselben einfache Namen erhalten, da deren hybrider Ursprung nicht erwiesen und überhaupt unwahrscheinlich ist. Eine solche ungleiche Benennung von hybriden und constanten Zwischenformen ist nicht nur prinzipiell geboten, sondern auch von praktischem Vortheil, da sie allein schon dazu zwingt, dieselben mit Rücksicht auf ihr Vorkommen, ihre Fruchtbarkeit und ihr Verhalten in den aufeinander folgenden Generationen genauer zu prüfen.

Zum Schlusse mache ich noch die übrigens selbstverständliche Bemerkung, dass die Erkenntniss, ob eine Pflanze eine Zwischenform sei oder nicht, und besonders die Bestimmung, ob sie hybrid oder constant sei, und in welcher Weise sie den allmählichen oder unterbrochenen Uebergang zwischen den beiden Hauptarten vermittle, bloss durch genaues Studium auf dem Standort selbst möglich ist. Da nur die richtige Erfassung der Zwischenformen eine richtige Abgrenzung der Arten erlaubt, so ist für die naturgemässe Behandlung aller formenreichen Gattungen die Autopsie der Vorkommensverhältnisse erstes und dringendstes Erforderniss. Für die einheimischen Gattungen Saxifraga, Gentiana, Primula, Verbascum, Cirsium, Hieracium, Salix, Carex, um nur die wichtigsten zu nennen, befähigt das reichste getrocknete Material und eine vollständige Sammlung von lebenden Gartenexemplaren bloss zu einer diagnostischen Bearbeitung d. h. zu einer subjectiven Gliederung in Formen, die man in der Beschreibung wieder erkennt und nach welcher jeder die Pflanzen seines Herbarium's benennen kann. Strebt der Monograph eine naturgemässe Bearbeitung an, so muss er aufhören Herbariumbotaniker zu sein; er darf

sich ein entscheidendes Urtheil über die Bedeutung, die Verwandtschaft und die Abgrenzung der Formen nur erlauben, wenn er ihr gegenseitiges Verhalten in der Natur, ihre Verbreitung und ihre Vergesellschaftung genau kennt. Denn die getrockneten Sammlungen werden ihm drei wichtige Thatsachen immer verbergen: die räumliche Vertheilung über die Standorte, das numerische Verhältniss der Individuen und das Vorhandensein oder den Mangel von unmerklichen Uebergängen.

Was die räumliche Vertheilung der verwandten Formen in einer Gegend betrifft, so wird dieselbe im Wesentlichen durch den Kampf um das Dasein geregelt, und insofern kann sie uns keinen Aufschluss über die systematische Verwandtschaft geben. Ihre Kenntniss ist aber für die Zwischenformen unumgänglich nöthig, weil die Hybridität das gleichzeitige Vorkommen der beiden Stammformen verlangt, und weil, wie die Erfahrung zeigt, auch die constanten Mittelformen sich an den Verbreitungsbezirk, wenn auch nicht streng an die Standorte der Hauptformen halten.

Die Individuenzahl, in der eine Pflanze auftritt, wird zwar ebenfalls durch den Erfolg bestimmt, mit dem dieselbe den Kampf um die Existenz gegen alle andern Gewächse besteht. Das numerische Verhältniss verwandter Formen ist aber auch für die systematische Bedeutung derselben von Wichtigkeit. Die wirklichen Bastarde sind mit Rücksicht auf ihre Gesammtvertretung gegenüber ihren beiden Stammarten immer in verschwindend kleiner Menge vorhanden. Die constanten Zwischenformen treten, wie es die Erfahrung zeigt, gleichfalls sehr zurück, wenn wir sie mit den Hauptarten vergleichen, indem sie innerhalb des Verbreitungsbezirkes auf viel weniger Localitäten und hier in viel geringerer Anzahl getroffen werden. In den Sammlungen verhält es sich umgekehrt, da die seltenen Pflanzen in grösserer Menge getrocknet und an die Correspondenten

verschickt werden. Der Herbariumbotaniker wird daher leicht über dieses wichtige Verhältniss getäuscht, und es ist eine nicht ganz seltene Erscheinung, dass von Monographen, denen viele Herbarien zu Gebote standen und die Autopsie in der Natur mangelte, neben den Hauptarten einzelne Zwischenarten als gleichberechtigt und selbst mit der Bemerkung „häufig" oder „copiose" aufgeführt werden, obgleich ihre Individuenzahl nicht den millionsten Theil derjenigen einer Hauptart ausmacht.

Was endlich die Anwesenheit oder das Fehlen von unmerklichen Uebergängen betrifft, so kann diess schlechterdings bloss durch eigene Beobachtung auf den Standorten ermittelt werden. Oft scheinen die getrockneten Exemplare die stufenweisen Zwischenformen zwischen zwei Arten anzudeuten; die Autopsie zeigt aber, dass zwischen zwei Gruppen von Formen ein unausgefüllter Hiatus besteht. Viel häufiger geschieht es, dass man auf den Standorten den allmählichen Uebergang von der einen Form in die andere constatiren kann, obgleich in den Sammlungen keine Spur davon enthalten ist. Diese Erfahrung kann man besonders mit sehr nahe verwandten Arten oder Unterarten machen, weil sie der Sammler als nicht bestimmbar und etiquettirbar verwirft. — Die Autopsie in der Natur ist aber in allen Fällen desswegen nothwendig, weil es sich oft um Merkmale handelt, die an der getrockneten Pflanze nicht mehr in die Augen fallen, weil der Gesammthabitus ebenfalls nur im lebenden Zustande deutlich hervortritt, und endlich weil jeder für den allmählichen Uebergang ein anderes Organ hat. Der Eine wird mit einer geringern Zahl von Uebergangsstufen befriedigt sein, während die Gewissenhaftigkeit eines Andern sich noch die Zwischenstufen dazu auf dem Standort zusammensucht.

Aufzählung einiger Zwischenformen.

In der vorstehenden Mittheilung habe ich im Allgemeinen die Regeln erörtert, denen die Zwischenformen unterworfen sind. Ich füge hier noch einige spezielle Beispiele bei, die ich selber beobachtet habe und über deren Verhalten ich einigermassen sichere Auskunft geben kann. Doch ist zu bemerken, dass die zahlreichsten und weitaus am sorgfältigsten untersuchten Beispiele, der Gattung Hieracium angehörend, für die folgenden Mittheilungen aufbehalten bleiben.

Geum urbanum Lin. und G. rivale Lin. — Das als besondere Art unterschiedene G. intermedium Ehrh. ist hybrid und muss G. (rivale + urbanum) heissen. Seine Individuenzahl verhält sich auf den Standorten, wo es überhaupt vorkommt, wie 1 zu mehreren Tausenden.

Saxifraga mutata Lin. und S. aizoides Lin. Die Mittelform kommt stellenweise in Gemeinschaft mit den beiden Hauptarten und im Vergleich mit diesen in sehr geringer Individuenzahl vor. Sie ist hybrid und als S. (aizoides + mutata) zu bezeichnen, von Girtanner S. mutato-aizoides genannt. Dieser Bastard zeigt uns übrigens deutlich, dass die jetzigen Sectionen der Gattung Saxifraga nicht natürlich sind. Man stellt die beiden eben genannten Arten in zwei verschiedene Sectionen, obgleich sie unter einander grössere Verwandtschaft haben als mit den Arten ihrer Sectionen.

Jnula salicina Lin. und J. Vaillantii Vill. Die Mittelform J. semiamplexicaulis Reuter kommt in Genf äusserst spärlich zwischen den Stammarten vor und ist hybrid: J. (hirta + Vaillantii).

Senecio incanus Lin. und S, uniflorus All. In

den Alpen von Zermatt sammelte ich schon im Jahr 1839 die Mittelform, welche die beiden Hauptarten durch allmähliche Uebergänge verbindet und nannte sie damals S. oligocephalus (in lit.). Ich bin jetzt nicht sicher, ob dieselbe hybrid oder constant ist, da ich früher nicht so genau auf die Vorkommensverhältnisse achtete. Diese Uebergangsform scheint mir aber desshalb einer Erwähnung werth, da sie eine merkwürdige Analogie bildet zu gewissen Mittelformen der Gattungen Cirsium und Hieracium. Bei Hieracium Pilosella ist der Schaft einköpfig und unmittelbar am Grunde verzweigt (wenn überhaupt Verzweigung statt findet); die verwandten Arten H. Auricula, H. glaciale, H. praealtum, H. cymosum, H. pratense, H. aurantiacum haben ihre kleinen Köpfchen am Ende des Schaftes mehr oder weniger gehäuft. Die Zwischenformen zwischen H. Pilosella und den eben genannten Arten zeigen alle einen gabelig verzweigten Schaft mit langgestielten Köpfchen von mittlerer Grösse. — Senecio uniflorus trägt ein grosses Blüthenköpfchen am Ende des Stengels, welcher meistens unverzweigt ist, zuweilen jedoch am Grunde einen Ast von fast gleicher Höhe und ebenfalls mit einem grossen endständigen Blüthenköpfchen treibt. Bei S. incanus sind die kleinen zahlreichen Köpfchen am Ende des Stengels gehäuft. Bei der Uebergangsform S. oligocephalus beginnt die Verzweigung des Stengels unter oder wenig über der Mitte; er trägt 2—5 langgestielte Köpfchen von mittlerer Grösse. — Aehnliche Verhältnisse wiederholen sich bei den Zwischenformen von Cirsium acaule und C. rivulare, C. acaule und C. heterophyllum, C. acaule und C. oleraceum, und andern.

Achillea nana Lin. und A moschata Wulfen. Die Mittelform kommt sehr spärlich unter den Stammarten vor; ich fand sie früher im Oberwallis und auf dem Bernina im Oberengadin und hielt sie für hybrid: A. (moschata + nana).

Unter dem Namen A. hybrida Gaudin gehen zwei Pflanzen: die eben genannte Mittelform und eine halbkahle Varietät der A. nana.

Achillea moschata Wulfen und A. atrata Lin. Die Mittelform beobachtete ich vor längerer Zeit sehr spärlich unter den Stammeltern auf dem St. Gotthard und hielt sie für einen Bastard: A. (atrata + moschata). Vielleicht gehört hieher A. moschata β impunctata DC. Prodr.

A. atrata Lin. und A. macrophylla Lin. Die Mittelform, welche als A. Thomasiana Hall. fil. bekannt ist, kommt im Oberwallis spärlich unter den Eltern vor, von denen sie ohne Zweifel abstammt: A. (atrata + macrophylla). — In DC. Prodrom. ist die Vermuthung ausgesprochen, es möchte A. Thomasiana ein Bastard von A. Clavennae und A. atrata sein. Die Exemplare, die ich kenne, haben nichts von A. Clavennae an sich, und diese Art kommt im Verbreitungsbezirke von A. Thomasiana gar nicht vor.

Achillea moschata Wulfen und A. macrophylla Lin. Die Mittelform, die ich vor längerer Zeit ebenfalls im Wallis äusserst spärlich unter den Stammarten fand, gleicht der vorhergehenden im Habitus sehr und geht ebenfalls als A. Thomasiana Hall. fil. Sie ist zweifellos ein Bastard: A. (macrophylla + moschata).

Cirsium (lanceolatum + palustre). Ein einziges Exemplar unter vielen tausend Individuen beider Stammarten in abgehauenen Wäldern bei Zürich.

Cirsium (acaule + lanceolatum). Ein Exemplar unter vielen Tausenden der Stammeltern bei Schaffhausen.

Cirsium (bulbosum + palustre). Einige wenige Exemplare der ursprüglichen Bastardform unter vielen Tausenden der beiden Stammarten bei Zürich und bei München. Diess ist die Pflanze, die ich als C. palustri-bulbosum in Koch Synops. Edit II pag. 997 aufgeführt habe. Häufiger

sind die Formen, welche zwischen dem ursprünglichen Bastard und C. bulbosum sich bewegen und alle Uebergänge darstellen. Eine Varietät, die sich dieser Art bloss durch die grössern Köpfe und längern Blüthenstiele nähert, und die vielleicht aus der Befruchtung des Bastards durch C. bulbosum (weniger wahrscheinlich aus der Selbstbefruchtung des ursprünglichen Bastards) hervorgegangen ist, nannte ich irriger Weise C. bulboso-palustre? (l. c. p. 997). Pflanzen, die sehr nahe zu C. bulbosum zurückgegangen sind, habe ich als C. palustri-bulbosum B recedens (l. c. p. 997) aufgeführt. — Der vorliegende Bastard ist also jedenfalls in den weiblichen Organen fruchtbar und lässt sich durch C. bulbosum befruchten. Alle Formen desselben bringen ausgebildete Samen hervor. Uebergänge zu C. palustre mangeln.

Cirsium (palustre + rivulare). Einige wenige Exemplare der ursprünglichen hybriden Form unter vielen Tausenden der Stammeltern im Jura (Vallée de Joux), bei Einsiedeln und im Sihlthal, bei München. Etwas häufiger sind die Varietäten, welche sich C. rivulare nähern. Der ursprüngliche Bastard, der die Mitte zwischen den beiden Stammarten hält, wurde von mir früher als C. palustri-rivulare (l. c. 998), die Varietät, die in den Blüthenköpfen sehr ähnlich dem C. rivulare ist, aber stark herablaufende Blätter hat, als C. rivulari-palustre und die stark zu C. rivulare zurückgehenden Exemplare als C. palustri-rivulare B recedens bezeichnet. Exemplare, die sich dem C. palustre nähern, mangeln zwar nicht, sind aber äusserst selten. — Der Bastard befruchtet sich also mit beiden Stammarten. Ob er zu C. palustre eine geringere sexuelle Affinität habe, oder ob die Seltenheit der zu dieser Art zurückkehrenden Exemplare in der zweijährigen Dauer von C. palustre ihre Ursache finde, bleibt zweifelhaft. —

Alle Formen des Bastards tragen vollkommen entwickelte Samen.

Cirsium (Erisithales + palustre). Von diesem Bastard bildete sich ein Exemplar in der Alpenanlage des botanischen Gartens in Zürich, und zwar unmittelbar neben C. Erisithales und in einiger Entfernung von C. palustre, so dass ich keinen Zweifel hege, es sei der hybride Same von dem erstern erzeugt worden und der Bastard somit als C. palustri-Erisithales in Anspruch zu nehmen (l. c. p. 990). Es ist diess, ausser dem folgenden, der einzige Cirsienbastard, unter dessen Eltern ich den Vater und die Mutter bezeichnen kann.

Cirsium Erisithales + (oleraceum + palustre). Von diesem abgeleiteten Bastard entstand ebenfalls ein Exemplar, gleichzeitig mit dem vorhergehenden und am gleichen Orte, aus C. Eristhales und C. (oleraceum + palustre). Die nämlichen räumlichen Verhältnisse sprechen auch hier für die Annahme, dass C. Erisithales die Mutter, C. (oleraceum + palustre) der Vater war, dass also die hybride Pflanze ein C. (oleraceum + palustre) — Erisithales ist.

Cirsium (oleraceum + palustre). Wo die Stammarten in Menge beisammen wachsen, da kommen in der Regel hybride Formen vor. Der ursprüngliche Bastard ist seltener; häufiger sind die mehr oder weniger zu C. oleraceum zurückkehrenden Pflanzen. Eine dem C. palustre sich nähernde Varietät habe ich noch nicht gesehen.

Cirsium Chailleti Koch (non Gaud.). Ich habe diese Pflanze, von der ich nur ein einziges Exemplar gesehen hatte, früher als Bastard von C. palustre und C. arvense angesehen, zwischen denen sie gewissermassen in der Mitte steht. Das zahlreiche und constante Vorkommen, von dem ich erst später Kunde erhielt, verbietet die Annahme einer hybriden Abstammung. Weitere, an lebenden Pflanzen ge-

machte Untersuchungen müssen entscheiden, ob diese Art wirklich als Zwischenform zwischen den genannten zu betrachten sei.

Cirsium (arvense + oleraceum). Vier Exemplare der ursprünglichen Bastardform und ein Exemplar der zu C. arvense zurückkehrenden Form unter vielen tausend Pflanzen der Stammeltern in abgehauenen Wäldern bei Zürich.

Cirsium acaule und C. bulbosum. Ueber die Bedeutung der Zwischenformen, welche alle Uebergangsstufen zwischen den beiden Arten darstellen, bin ich wieder zweifelhaft. Zuerst hatte ich sie für nicht hybrid (Cirsien der Schweiz 1840), dann für hybrid gehalten (Koch Synops. Ed. sec. 1845). Es verhält sich damit wie mit mehreren Hieracien-Zwischenformen. Auf einigen Standorten treten sie so auf, dass man sie für Bastarde ansehen muss, auf andern dagegen so, dass sie als constante Form erscheinen. Es ist sicher, dass die genaue Mittelform, welche gleich viel von beiden Hauptarten an sich hat, eine grosse Menge von vollkommenen Samen reift. Doch ist diess noch nicht entscheidend, da auch andere Cirsien-Bastarde fruchtbar sind. Wir haben zwei Auswege. Entweder sind alle Zwischenformen der genannten Arten hybriden Ursprungs, haben aber stellenweise eine den reinen Formen ähnliche Constanz erlangt. Oder sie sind auf verschiedene Weise entstanden, am einen Ort durch Bastardirung der Hauptarten, am andern durch Transmutation vielleicht zur Zeit als die Hauptarten sich bildeten [2]).

---

2) Fr. Schultz, welcher früher Cirsium medium als Bastard betrachtet hatte (Flora der Pfalz 1846), hält ihn neuerdings für nicht hybrid, da er die Pflanze an mehreren Orten nur mit C. acaule und nicht mit C. bulbosum gefunden habe (Phytostatik der Pfalz 1863). Ein solches Vorkommen habe ich ebenfalls beobachtet; doch

Cirsium acaule und C. rivulare. Die Bedeutung der Mittelform scheint mir ganz die gleiche zu sein wie in dem vorhergehenden Beispiel. Ich habe sie zuerst ebenfalls für nicht hybrid gehalten und C. Heerianum genannt (Cirs. d. Schweiz), nachher für hybrid (Koch Synops. Edit. sec.). Ich kenne sie bloss aus der Vallée de Joux im Waatländer Jura, wo ich sie theils mit beiden Hauptarten, theils nur mit C. acaule gefunden habe. Sie geht durch unmerkliche Uebergänge sowohl in C. acaule als in C. rivulare über; alle Formen bilden vollkommene Samen.

Cirsium acaule und C. heterophyllum. Die Mittelform zwischen diesen beiden Arten (= C. alpestre Näg.) ist offenbar den beiden vorhergehenden analog. Sie ist die seltenste und auf dem einzigen Standort, wo ich sie gefunden habe, ohne Zweifel hybriden Ursprungs. Die Uebergänge (zurückkehrenden Formen) zu C. acaule sind vorhanden, diejenigen zu C. heterophyllum mangeln noch. — Die Mittelform wächst auch bei Kals im südlichen Tyrol, nach einem von Molendo daselbst gefundenen Exemplar.

---

ist es selten und nach meiner Erfahrung findet sich C. medium nur dann mit C. acaule oder mit C. bulbosum allein auf einem Standorte, wenn in der gleichen Gegend auch die andere Hauptart wächst. Man muss übrigens, wie ich weiter oben ausgeführt habe, mit der Unterscheidung von C. medium und C. acaule caulescens sehr vorsichtig sein. Ich weiss nicht, ob Fr. Schultz darauf hinreichend geachtet hat, da die besten Kenner sich leicht täuschen. So habe ich ein unzweifelhaftes Exemplar von C. acaule caulescens aus der Pfalz, das mir von C. H. Schultz Bip. als C. Zizianum Koch (= C. medium All.) mitgetheilt wurde. So liegen im Herbarium boicum der Münchner Akademie zwei in Oberstdorf im Allgäu gesammelte, von Sendtner als Cirsium acauli-rivulare das eine, das andere als C. rivulari-acaule bestimmte Pflanzen, in denen ich nichts anderes als C. acaule caulescens erkenne.

C. bulbosum und C. rivulare. Die Mittelform, von der ich bei München unter Tausenden von Exemplaren der beiden Hauptarten nur zwei Pflanzen bis jetzt gefunden habe, und die auch von andern hiesigen Botanikern nicht gefunden wurde, ist hier sicher hybrid. Ob sie in Württemberg, wo sie in Menge vorzukommen scheint, und Uebergänge zu C. bulbosum und C. rivulare bildet, als constante Form auftritt, weiss ich nicht.

Cirsium (heterophyllum + spinosissimum). Immer spärlich unter den Stammarten. Im letzten Sommer fand ich in den Alpen um Hinterrhein (Ct. Graubündten), welche ich drei Wochen lang durchstreifte, bloss an zwei Stellen, an der einen 3, an der andern 4 Exemplare. Es giebt zurückkehrende Formen sowohl zu C. spinosissimum als zu C. heterophyllum.

Cirsium (bulbosum + oleraceum). Dieser Bastard kommt fast überall vor, wo die beiden Stammarten in Menge beisammen wachsen, doch immer in verhältnissmässig spärlicher Individuenzahl. Durch Befruchtung mit den beiden Stammeltern werden alle Uebergänge zu denselben gebildet. Der ursprüngliche Bastard sowie diese zurückkehrenden Formen bringen vollkommene Samen hervor. C. oleraceo-bulbosum Näg. in Koch Syn. Ed. sec. p. 1008 ist der ursprüngliche Bastard. C. bulboso-oleraceum l. c. p. 1007 ist eine Varietät, die sich etwas dem C. bulbosum nähert.

C. (oleraceum + rivulare). Dieser Bastard verhält sich ganz wie der vorhergehende, nur dass er etwas weniger spärlich auftritt.

C. (acaule + oleraceum). Das Verhalten ist das nämliche wie das von C. (bulbosum + oleraceum).

C. (medium + oleraceum). Ich habe nur zwei Exemplare gefunden, die sicher diesen Ursprung haben und genau in der Mitte stehen zwischen C. (acaule + olera-

ceum) und C. (bulbosum + oleraceum). Wenn C. medium ein Bastard ist, so wäre die Pflanze ihrer Abstammung nach als C. [(acaule + bulbosum) + oleraceum] zu bezeichnen. Man könnte auch den Ursprung aus C. (acaule + oleraceum) und C. (bulbosum + oleraceum) vermuthen, da alle diese Bastarde fruchtbar sind. Indess ist mir die erstere Ableitung die wahrscheinlichere, weil ich C. (acaule + oleraceum) wohl in der Gegend, nicht aber auf dem nämlichen Standort gefunden habe. Mit dem fraglichen Bastard kamen zugleich vor, auf der einen Localität: C. acaule, C. bulbosum, C. medium, C. oleraceum und C. (bulbosum + oleraceum), auf der andern Localität nur C. medium, C. bulbosum und C. oleraceum.

C. (Heerianum + oleraceum). Von diesem Bastard, der das Analogon zu dem vorhergehenden bildet, und genau die Mitte zwischen C. (acaule + oleraceum) und C. (oleraceum + rivulare) hält, habe ich ein einziges Exemplar in der Vallée de Joux gefunden, zugleich mit C. Heerianum, C. acaule und C. oleraceum, die sich in nächster Nähe befanden. Die Abstammung muss, wenn C. Heerianum als Bastard angesehen wird, durch C. [(acaule + rivulare) + oleraceum] ausgedrückt werden.

Cirsium (heterophyllum + oleraceum). Einige wenige Exemplare des ursprünglichen Bastards (C. oleraceo-heterophyllum Näg. in Koch Syn. Ed. sec. p. 1009.) unter vielen Tausenden der Stammarten auf feuchten Wiesen bei Klosters im Prättigäu. C. heterophyllo-oleraceum Näg. l. c. p. 1010 ist eine Varietät, die sich etwas dem C. heterophyllum nähert.

Rhododendron ferrugineum Lin. und Rh. hirsutum Lin. Diese beiden Arten schliessen sich häufig aus, und stehen dann nur auf einer schmalen Strecke, wo ihre Standorte an einander grenzen, gemengt. Zuweilen findet man sie auch auf grössern Strecken durch einander, sei es,

dass kalkreiche und kalkarme Stellen rasch mit einander wechseln, sei es dass der Boden einen mittlern Kalkgehalt habe (vgl. die Mittheilung vom 15. Decemb.). Fast überall, wo sie in Gesellschaft auftreten, findet man einzelne Exemplare der Mittelform (Rh. intermedium), die übrigens durch unmerkliche Uebergänge mit den beiden Hauptarten verbunden ist. Dieses Vorkommen lässt fast keinen Zweifel darüber, dass die Zwischenformen hybriden Ursprungs und als Rh. (ferrugineum + hirsutum) zu bezeichnen seien, und dass der ursprüngliche Bastard mit den beiden Stammarten fruchtbare Verbindungen eingehe.

Gentiana (lutea + punctata) = G. Charpentieri Thom. Dieser Bastard wächst in ziemlich spärlicher Individuenzahl unter einer grossen Menge von Pflanzen der beiden Stammarten im Oberengadin.

Gentiana campestris Lin. und G. obtusifolia Willd. Dass es zwischen diesen beiden Arten Zwischenformen giebt, ist schon wiederholt von den Floristen erwähnt worden. Dieselben sind, wie mir namentlich folgende Beobachtung zeigt, nicht hybrid. Am Piz Padella bei Samaden im Oberengadin fand ich auf einer Höhe von etwa 7500′ fast ausschliesslich Zwischenformen, während die zwei Hauptarten ziemlich selten waren. Diese Zwischenformen stellen alle möglichen Uebergänge von der einen Art in die andere dar. Die Blätter variiren von eiförmig bis länglich, von spitz bis stumpf, von kurzgestielt bis sitzend; die Kelchlappen von sehr ungleich bis zu fast gleich; die Blumenkronen von vierzu fünfspaltig. Es giebt Pflanzen, an denen die einen Blüthen vierspaltige Kronen und ungleiche Kelchlappen, die andern fünfspaltige Kronen und gleiche Kelchlappen besitzen, wo also Blüthen von G. campestris und G. obtusifolia auf dem gleichen Individuum vereinigt sind. Es kommen, zwar seltener, auch Blüthen mit vierspaltiger Krone und mit fast gleichen Kelchlappen vor, und ferner solche mit fünf-

spaltiger Krone und ungleichen Kelchlappen, also Blüthen, welche die Merkmale der beiden Arten vereinigen. Diese Form würde wegen der Combination der Merkmale mit Recht als Var. mixta zu bezeichnen sein. Die Inconstanz der Merkmale zeigt uns ferner, dass die beiden Arten wohl in eine zu verschmelzen sind, was auch die Annexion anderer verwandter Arten mit Nothwendigkeit nach sich ziehen dürfte.

Pedicularis incarnata Jacq. und P. recutita Lin. Die Mittelform zwischen diesen beiden Arten ist P. atrorubens Schleich. Dieselbe kommt, nach meinen Beobachtungen, bloss mit den beiden genannten Hauptarten und zwar nur spärlich unter grossen Mengen derselben vor. In dieser Weise fand ich sie auf dem grossen St. Bernhard, auf dem Bernina und an einigen andern Stellen des Oberengadins. Sie ist sicher hybriden Ursprungs und somit Pedicularis (incarnata + recutita) zu nennen.

Primula acaulis Jacq. und P. officinalis Jacq. Die Mittelform zwischen diesen beiden Arten, welche von Goupil P. variabilis, von Godron P. officinali-grandiflora genannt wurde, hat in den letzten Jahren Veranlassung zu wiederholten Discussionen in Frankreich gegeben. Aus den dabei festgestellten Thatsachen können nach meiner Ansicht zwei sichere Schlüsse gezogen werden. 1) Es giebt Gegenden, wo die genannte Mittelform als unzweifelhafter Bastard auftritt, wie sie auch wirklich durch künstliche Befruchtung von P. acaulis mit Pollen von P. officinalis hervorgebracht wurde. Ich habe die Pflanze früher bei Genf beobachtet, wo sie ebenfalls als hybrid betrachtet werden muss, da sie in spärlicher Zahl zwischen grossen Mengen der beiden Hauptarten auftritt. Insofern ist sie als P. (acaulis + officinalis) zu bezeichnen. 2) An andern Orten kommt die Mittelform ohne die eine der beiden Hauptarten vor und erhält sich durch eigene Aussaat constant, wie

Lebel und Rochebrune gezeigt haben. Insofern ist sie P. variabilis zu nennen. Dabei bleibt unentschieden, ob sie ursprünglich durch Transmutation oder durch Bastardirung entstanden sei. — Die Zwischenformen zwischen den beiden Primula-Arten verhalten sich also ganz analog wie manche intermediäre Hieracien, die ebenfalls auf doppelte Weise, nämlich als Bastarde mit verminderter Fruchtbarkeit und als constante Formen mit vollkommener Fruchtbarkeit in verschiedenen Gegenden vorkommen.

Primula integrifolia Lin. und P. latifolia Lapeyr. Die Mittelform zwischen diesen beiden Arten, die als P. Muretiana Moritzi oder P. Dinyana Lagger bekannt ist, kommt auf dem Albulapass in Graubündten unter den beiden Stammarten vor. Sie ist an dem klassischen Standort zwar nicht selten, tritt aber an Individuenzahl immerhin sehr zurück gegenüber den Hauptformen. Da sie überdem sonst nicht ohne die beiden genannten Arten gefunden wird, so ist ihr hybrider Ursprung wohl nicht zu bezweifeln. Uebergänge zu P. integrifolia und zu P. latifolia beweisen, dass sie sich mit beiden fruchtbar kreuzt.

Nigritella suaveolens Koch. Das Vorkommen dieser sehr seltenen Pflanze lässt nicht bezweifeln, dass sie hybriden Ursprungs sei. Ich traf dieselbe nur in Gemeinschaft mit Nigritella angustifolia Rich., Gymnadenia odoratissima Rich. und G. conopsea R. Br. und zwar äusserst spärlich. Unter Millionen Exemplaren der genannten Arten fand ich nach vielem Suchen auf wiederholten Excursionen in Parpan (Ct. Graubündten) 2, auf dem Albula 1 und bei St. Moritz in Oberengadin an zwei Standorten je 1 Exemplar der Mittelform. Die Affinität, welche, wie die hybride Befruchtung beweist, zwischen den beiden Gattungen besteht, dürfte Bedenken gegen die generische Trennung erwecken, da in so vielen andern Gattungen Arten, die sich nicht befruchten können und somit eine geringere Verwandtschaft

besitzen, vereinigt sind. Die Mittelformen, die als N. suaveolens gehen, sind übrigens ohne Zweifel doppelter Abstammung:

1. (nigra + conopsea). Sporn so lang als der Fruchtknoten. Parpan, Albula (an beiden Orten mit den Stammarten ohne G. odoratissima), St. Moritz (mit den Stammarten und G. odoratissima); in den bayerischen Alpen, wo sie ebenfalls nur als einzelne Exemplare unter den Stammeltern gefunden wurde.

2. (nigra + odoratissima). Sporn kaum halb so lang als der Fruchtknoten. St. Moritz mit den Stammarten ohne G. conopsea. Ein gleiches Exemplar fand Molendo in den bayerischen Alpen.

Gymnadenia (conopsea + odoratissima). Von diesem Bastard, der genau die Mitte hält zwischen den beiden Stammarten, fand ich zwei Exemplare unter zahlreichen Pflanzen der Eltern in der Nähe von München. Auf den Alpen Graubündtens, wo die Stammarten in Unzahl beisammen wachsen, suchte ich ihn vergeblich.

Ich habe bis jetzt Zwischenformen aufgezählt, welche sicher oder doch möglicher Weise durch hybride Befruchtung entstanden sind. Ich füge noch einige wenige bei, deren Vorkommen die Annahme von Bastardzeugung ausschliesst. Sie bilden continuirliche Uebergangsreihen; die einzelnen Stufen derselben scheinen constant zu sein, treten auch in grösserer Individuenzahl auf, und kommen zuweilen nur mit der einen Hauptform vor. Die beiden Arten, die in dieser Weise verbunden sind, zeigen übrigens nur geringere Verschiedenheiten und dürften wohl zu vereinigen sein.

Ranunculus polyanthemos Lin. und R. nemorosus DC.

Cardamine resedifolia Lin. und C. alpina Willd.

Hutchinsia alpina R. Br. und H. brevicaulis Hoppe.

Dianthus Carthusianorum Lin. und D. atrorubens All.

Alsine verna Bartl. und Alsine recurva Wahlenb.

Phyteuma hemisphaericum Lin. und Ph. humile Schleich.

Saussurea alpina DC. und S. discolor DC.

---

24. Die systematische Behandlung der Hieracien rücksichtlich der Mittelformen.

(Vorgetragen den 10. März 1866.)

In den Mittheilungen vom 18. November, vom 15. Dezember, vom 13. Januar und vom 16. Februar habe ich einige Fragen besprochen, welche für die systematische Behandlung einer formenreichen und verwickelten Gattung nach meiner Ansicht von entscheidendem Gewicht sind. Sie betrafen den Einfluss der äusseren Verhältnisse auf die Varietätenbildung, die Ursachen des Vorkommens, die Bastardbildung und die Bedeutung der Zwischenformen. Ich habe diese Untersuchungen vorausgehen lassen, um eine Grundlage für eine Reihe von Mittheilungen über die Formen der Gattung Hieracium zu gewinnen. Ohne Klarheit und Sicherheit über die angegebenen Punkte ist es, wie ich aus eigener Erfahrung weiss, nicht möglich, zu einem befriedigenden Resultate zu gelangen.

Ich glaubte früher, noch befangen in den Lehren der Schule, an die absolute Verschiedenheit der Arten. Ich zweifelte zwar nicht daran, dass ein genetischer Zusammenhang zwischen denen der frühern Erdperioden und den jetzt lebenden bestehe, und dass diese aus jenen entstanden seien; aber die Umwandlung hatte sich, wie ich mir dachte, beim Uebergange der einen Periode in die andere rasch oder plötzlich vollzogen. Die gleichzeitig bestehenden Arten hielt ich für dergestalt verschieden, dass die eine sich nicht in andere umändern und dass es keine Uebergangsglieder zwischen ihnen geben könne. Die grosse Mannigfaltigkeit in den Formen leitete ich von den äussern Verhältnissen her und war daher der Ansicht, dass die gleiche Art auf verschiedenen Standorten und in verschiedenen Klimaten sich

in ungleichen Varietäten ausprägen müsse, und dass auf der nämlichen Localität nur Eine Varietät derselben Species vorkommen könne. Die Zwischenformen und Uebergänge zwischen den Arten waren nach meiner Ansicht hybriden Ursprunges.

Diess waren die herrschenden Ansichten der früheren und zum Theil noch der jetzigen Wissenschaft, oder wenigstens die logischen Consequenzen aus den herrschenden Ansichten. Ein Ueberblick über die Formen und die Vorkommensverhältnisse derselben, wie man ihn bei eifrigem Botanisiren und Sammeln von Phanerogamen und Cryptogamen, ohne Beschränkung auf eine spezielle Pflanzengruppe, erwirbt, schien meiner Theorie günstig zu sein. Ich sah keine wesentlichen Hindernisse, besonders wenn die Species in dem weiteren Sinne Linnés und der ältern Botaniker gefasst wurde. Zwei sehr vielförmige und verwickelte Gattungen, nämlich Cirsium (in Koch Syn. 1845) und die Piloselloiden (Pilosellen) des Genus Hieracium (in Zeitschrift für wiss. Bot. 1846) fügten sich meinen Ansichten glücklich. Ueber die Hälfte der Formen konnte ich als hybrid erklären und dadurch die Arten deutlich und hinreichend verschieden hervortreten lassen.

Die Hybridität bei der Gattung Cirsium, wie ich sie aufgestellt hatte, bestätigte sich durch meine späteren Beobachtungen sowie durch diejenigen vieler anderer Beobachter. Doch zeigte sich dabei, dass eine oder zwei der als hybrid betrachteten Formen zwar stellenweise als Bastarde vorkommen, stellenweise aber auch als constante Formen auftreten, nämlich C. (acaule + bulbosum) oder C. medium All. und C. (acaule + rivulare) oder C. Heerianum Näg. Eine andere Form, C. Chailleti Koch (non Gaud.), welche ich nur in einem einzigen Exemplar mit angeblich sehr seltenem Vorkommen gekannt hatte,

muss nach den mir seitdem bekannt gewordenen Vorkommensverhältnissen als constante Form angesehen werden.

Ungünstiger für die Bastardtheorie gestalteten sich die weiteren Beobachtungen an den Piloselloiden; denn es stellte sich heraus, dass alle angenommenen Bastarde jenen Mittelformen angehören, welche an gewissen Orten zwar unzweifelhaft hybrid, an andern dagegen ebenso unzweifelhaft constant auftreten und welche daher eine doppelte Deutung zulassen (vgl. die Mittheilung vom 16. Februar). Zur Zeit als ich meinen Versuch betreffend die einheimischen (schweizerischen) Piloselloiden veröffentlichte, unterschied ich diese Verhältnisse noch nicht so genau. Ich dachte noch nicht an die Möglichkeit, dass die gleiche Zwischenform hier hybriden Ursprungs sein und dort eine Beständigkeit zeigen könne, die von der Beständigkeit der reinen Varietäten und Arten offenbar in nichts verschieden ist. Ueberdem sind die von mir als hybrid betrachteten Mittelformen in so geringer Individuenzahl vorhanden, dass sie darin von den Hauptformen um das Tausendfache bis Millionenfache überboten werden, wenn wir das gesammte Vorkommen berücksichtigen, und zur Zeit der Bearbeitung kannte ich einige derselben nur von einem einzigen Standorte, wo ich sie entdeckt hatte.

Nicht lange nachher machte ich an verschiedenen Pflanzen, sowohl an Piloselloiden und anderen Hieracien als an andern Gattungen die Beobachtung, dass es ausser den hybriden Zwischenformen auch Uebergänge giebt, die man nicht durch Bastardbildung erklären kann, sowie die fernere Beobachtung, dass diese Uebergangsformen und die Varietäten überhaupt nicht aus der Einwirkung der äussern Verhältnisse sich erklären lassen.

Ich gestehe, dass mir diese Wahrnehmungen sehr wenig behagten und dass ich das Mögliche versuchte, um sie mit meinen Ansichten in Uebereinstimmung zu bringen. Ich habe be-

sonders interessante Standorte, deren Vegetation am meisten mit meiner Theorie im Widerspruch stand, über ein halbes Dutzend mal in verschiedenen Jahren besucht. Es gab keinen Ausweg. Die Wirklichkeit zwang mich, vorgefassten und nicht hinreichend begründeten Meinungen der Schule zu entsagen. Ich musste anerkennen, dass es total verschiedene Arten giebt, die durch constante Uebergangsformen mit vollkommener Fruchtbarkeit verbunden sind. Die gewöhnlichen Aushilfsmittel, welche von verschiedenen Autoren abwechselnd angewendet werden, und welche darin bestehen, die bisher unterschiedenen Arten zu vereinigen, oder die Mittelformen als besondere Arten aufzustellen, genügten nicht, weil sie in manchen Fällen ad absurdum führten. Wer möchte Cirsium acaule mit C. bulbosum, ferner Hieracium Pilosella mit H. Auricula, H. aurantiacum, H. pratense und H. praealtum, endlich Hieracium murorum mit H. villosum, H. alpinum, H. prenanthoides und H. albidum vereinigen? Der entgegengesetzte Weg giebt kein besseres Resultat; wenn wir z. B. Cirsium medium, die Mittelform von C. acaule und C. bulbosum, als besondere Art anerkennen, was sollen wir dann mit der Form anfangen, die zwischen C. acaule und C. medium die Mitte hält, und mit derjenigen, welche zwischen C. medium und C. bulbosum sich befindet? Das Gleiche gilt für die erwähnten Hieracien-Arten, deren Zwischenformen alle als besondere Species aufgestellt worden sind, aber selber wieder durch Zwischenformen mit den Hauptarten zusammenhängen.

Ich musste ferner anerkennen, aus Gründen, die ich weitläufiger in der Mittheilung vom 18. November 1865 erörtert habe, dass die Manigfaltigkeit der Formenbildung nur zu einem sehr unbedeutenden Theil unmittelbar durch die äusseren Einwirkungen bedingt wird. Fast alle varietätlichen Veränderungen entspringen aus inneren Ursachen; sie werden

von den äusseren Verhältnissen nicht affizirt und erscheinen daher denselben gegenüber beständig. Ich musste also darauf verzichten, die Formen in constante und variable, in absolute Arten und in Varietäten zu scheiden; denn die Varietäten erwiesen sich als relativ constant und die Arten als nicht absolut constant.

Es schien mir nicht ganz überflüssig, die Veranlassung für die Umwandlung meiner Ansichten darzulegen und zu zeigen, dass ich dieselbe nicht leicht genommen habe. Vielleicht wird der Eine oder Andere bewogen, den nämlichen Weg zu gehen; dann ist es sicher, dass er auch bei dem gleichen Ziel anlangen wird. Wenn es sich um die allgemeine Frage handelt, ob die Arten absolut oder nur gradweise verschieden seien, oder um die spezielle Frage, welche Bedeutung bestimmten Pflanzenformen zukomme, so müssen, um zu einem sicheren Resultate zu gelangen, zwei Forderungen strenge erfüllt werden. 1) Man darf aus dem Studium des reichsten Materials in den Herbarien und aus der Beobachtung der im Garten gezogenen Pflanzen sich keinen Schluss erlauben. 2) Man darf eben so wenig aus allgemeinen Beobachtungen, die man auf zahlreichen Excursionen an einer Menge von Pflanzen gemacht hat, eine Folgerung ziehen. Es ist unumgänglich nothwendig, dass man die Vorkommensverhältnisse nah verwandter Arten einer vielförmigen Gattung speziell studire; und dass man ein gleiches einlässliches Studium auf die Arten einiger anderer Gattungen ausdehne. Denn möglicher Weise könnten die Ergebnisse einer Beobachtungsreihe zweideutig sein. Ich hätte mich früher von den vorgefassten Theorieen der Schule losmachen können, wenn ich nicht zufällig meine speziellen Untersuchungen an der Gattung Cirsium angestellt hätte, welche, wie vielleicht keine zweite, weit verschiedene und scharf abgegrenzte Arten mit zahlreichen hybriden Zwischenformen besitzt. Die Piloselloiden waren ebenso wenig geeignet, auf richtigere

Ansichten zu führen, da nur einzelne seltene Vorkommensverhältnisse entschieden gegen die Bastardtheorie sprechen.

Weitere Publicationen über die Hieracien unterblieben damals, weil die Beobachtungen mit der Theorie absolut geschiedener Arten in einen nicht zu lösenden Conflict kamen. Ich nehme sie jetzt, nach fast 20jähriger Pause, wieder auf, in der Ueberzeugung von richtigeren Gesichtspunkten aus eine naturgemässe Bearbeitung und Anordnung ihrer Formen geben zu können.

Ich habe die Gattung Hieracium für das spezielle Studium über die Behandlung der Pflanzenart gewählt, weil ich sie für die verwickeltste und variabelste unter den einheimischen Gattungen halte. Es dürfte wohl keinen Widerspruch finden, wenn ich behaupte, dass sie alle andern in der Schwierigkeit, die Formen zu gliedern und abzugrenzen, übertrifft. Der Grund liegt darin, weil die als Arten aufgestellten Typen nach allen Seiten hin durch Uebergänge verbunden sind, welche in der Mehrzahl der Fälle nicht durch Bastardbildung erklärt werden dürfen. Hierin stimmen fast alle überein, die sich namentlich durch eigenes Sammeln mit Hieracien beschäftigt haben. Fast alle räumen ein, dass die Species, die sie aufstellen, durch Zwischenformen verbunden seien. So sagt, um nur einen Gewährsmann aufzuführen, der Nestor unter den Hieraciologen, Fries, ganz zutreffend, dass „die Gruppe von H. murorum, nach welcher alle andern Gruppen der Untergattung Archieracium Strahlen aussenden, den grossen Nebelfleck dieser Gattung darstelle, in welchem die Species wegen ihrer Menge und Veränderlichkeit, wie die Sterne in der Milchstrasse, kaum gehörig sich unterscheiden lassen".

Wenn man alle Typen, die durch Uebergangsformen von vollkommener Fruchtbarkeit verbunden sind, in eine einzige Art vereinigen wollte, so bekäme man für alle einheimischen Hieracien nur drei Species, die von einzelnen

Autoren auch schon als Gattungen getrennt worden sind: Pilosella (= Pilloselloiden), Hieracium (= Archieracium Fries) und Chlorocrepis (H. staticifolium). Zwischen den drei Gruppen mangeln, wenigstens in Europa, die Uebergänge vollständig. Mit Unrecht hat man zwischen Piloselloiden und Archieracien Bastarde angenommen; die angeblichen Hybriden sind reine Piloselloiden oder reine Archieracien.

Es ist nun unmöglich, alle Piloselloiden und alle Archieracien je als eine Art zu betrachten. Eine solche Reduction der Species, die man consequenter Weise auch bei den übrigen Pflanzen durchführen müsste, hiesse nichts anderes als die Namen der systematischen Begriffe zu wechseln und fortan Art zu nennen, was bis jetzt als Gattungssection comparirte.

Ebenso unmöglich ist es, die Uebergangsformen als Bastarde von absolut verschiedenen Arten zu erklären. Denn diese Zwischenglieder sind, wie ich bereits erwähnte, wohl alle in gewissen Gegenden und Localitäten constant und ihre Hybridität mit den Gesetzen der Bastardbildung nicht zu vereinen. Ich verweise hierüber auf spätere spezielle Mittheilungen.

Nach dem jetzigen Stande der Wissenschaft sehe ich keine andere Möglichkeit als die Annahme, es seien die Hieracien-Arten durch Transmutation entweder aus untergegangenen oder aus noch bestehenden Formen entstanden, und es sei ein grosser Theil der Zwischenglieder noch vorhanden, welche sich bei der Spaltung einer ursprünglichen Art in mehrere neue Arten naturgemäss mitbildeten, oder die bei der Umwandlung einer noch lebenden Art in eine von ihr sich abzweigende Species durchlaufen würden. Es hätten sich also bei den Hieracien die Arten noch nicht durch Verdrängung der Zwischenglieder so vollständig getrennt, wie es bei den meisten andern Gattungen der Fall

ist. In den einen Gegenden und Localitäten wäre die Verdrängung erfolgt; in andern aber hätte sie wohl begonnen, aber noch nicht ihr Ende erreicht, denn die Zwischenformen sind hier immerhin in weit geringerer Menge vorhanden als ihre Hauptarten. — Diese Ableitung der Zwischenformen aus der Transmutation der Arten schliesst jedoch nicht aus, dass sich zwischen allen nah verwandten Formen auch Bastarde bilden. Daher die Erscheinung, dass die nämliche Zwischenform bald constant bald hybrid auftritt.

Damit habe ich das allgemeine theoretische Resultat ausgesprochen, welches sich aus meinen Untersuchungen an den Hieracien ergiebt. Bei der Darlegung der Thatsachen und bei der kritischen Prüfung derselben werde ich mich vollkommen objectiv und voraussetzungslos verhalten. Ich hege die Ueberzeugung, dass die Systematik schon längst eine andere Bahn eingeschlagen hätte, wenn sie sich nicht von der vorgefassten Idee absolut verschiedener Arten beherrschen liesse und daher diese Arten bald durch Trennen und bald wieder durch Vereinigen der Formen zu finden sich bemühte. Diese Ansicht kann ich um so unbefangener aussprechen, als ich, wie ich bereits angegeben, früher selber die vorgefasste Meinung der Schule getheilt habe.

Ein voraussetzungsloser Standpunkt darf ebensowenig sich auf die Transmutation gründen. Es handelt sich vorerst bloss darum, die Verwandtschaft der Formen und die Begrenzung derselben festzustellen. Die Theorie über die Entstehung derselben darf dabei überhaupt nicht in's Spiel kommen.

Die genaue Beobachtung der mannigfaltigen Hieracium-Formen auf den Standorten und das sorgfältige Studium ihrer Merkmale zeigt uns bald, dass es gewisse ausgezeichnete Typen giebt, und dass die übrigen Formen Zwischenglieder zwischen denselben darstellen. Das Gesetz der Zwischenformen, wie ich es in der Mittheilung vom 16. Febr.

dargelegt habe, findet hier eine so häufige Anwendung wie vielleicht bei keiner andern Gattung.

Das Charakteristische der Typen oder Hauptformen in der Gattung Hieracium wie in den übrigen Gattungen liegt darin, dass sie nicht als Mittelglieder anderer Typen aufgefasst werden können, dass sie also durch eine gewisse Originalität und Selbständigkeit in der Formbildung sich auszeichnen. Solche Typen sind in dem Subgenus Pilosella die Arten H. Pilosella, H. Auricula, H. praealtum, H. aurantiacum, H. cymosum etc., in dem Subgenus Archieracium die Arten H. alpinum, H. glanduliferum, H. villosum, H. glaucum, H. murorum, H. humile, H. amplexicaule, H. prenanthoides, H. albidum, H. umbellatum etc. Keine dieser Arten kann als die Mittelform zweier anderer angesehen werden. Keine ist so beschaffen, dass man sagen könnte, das hybride Produkt zweier anderer Species, wenn ein solches bestände, müsste ihr ähnlich sein.

Die Zwischenformen dagegen haben nichts Eigenthümliches, was den Hauptformen mangelte. Sie vereinigen die Merkmale je zweier der letztern. Sie sehen gerade so aus, als ob sie durch einfache oder wiederholte Bastardirung derselben entstanden wären. Sie stellen also meist das Mittelglied, zuweilen auch andere Glieder einer Uebergangsreihe dar, wie sie durch ein- oder mehrmalige hybride Befruchtung zwischen zwei Arten erhalten werden kann. In mehreren Fällen existiren auch wirkliche Bastarde, welche den Mittelformen so ähnlich sehen, dass sie kaum davon unterschieden werden können und welche daher meine Anschauungsweise der Zwischenformen bestätigen.

In gewisser Uebereinstimmung mit dem Verhalten der morphologischen Eigenschaften stehen die Vorkommensverhältnisse der Hieracien-Formen. Diejenigen, welche ich als Hauptformen bezeichnete, sind viel zahlreicher ver-

treten als die Zwischenformen. Sie haben eine viel grössere Verbreitung bezüglich der Standorte. Sie sind ferner auf den Standorten im Allgemeinen in viel grösserer Zahl vorhanden. Die Zwischenformen mangeln auf vielen Localitäten, wo die Hauptformen sich finden, gänzlich; auf den andern kommen sie, mit einer Ausnahme, die ich sogleich anführen werde, verhältnissmässig spärlich vor. Ich kenne keine Zwischenform von Hieracium, deren Gesammtindividuenzahl von der der zugehörigen Hauptformen nicht wenigstens um das Tausendfache übertroffen würde.

Was das Verbreitungsgebiet der Zwischenformen betrifft, so richtet es sich, soweit ich die Verhältnisse bis jetzt kenne, fast genau nach dem der Hauptformen. Es ist beschränkt auf das Areal, wo die Gebiete der beiden zugehörigen Hauptformen sich decken. Die Zwischenformen zwischen Hieracium Pilosella und H. pratense kommen nur da vor, wo die Verbreitungsbezirke von H. Pilosella und H. pratense zusammenfallen; und so verhält es sich mit allen Zwischenformen.

Dieses Gesetz erleidet nur insofern eine etwelche Beschränkung, als die Zwischenform zuweilen die Grenzen der einen Hauptform wenig überschreitet. Hieracium murorum geht von der Ebene bis 7000′ hoch in den Alpen; H. alpinum von 5000′ bis 8000′. Die Zwischenformen beider sind auf den Gürtel von 5000—7000′ beschränkt; doch gehen sie etwas tiefer als H. alpinum. Die Zwischenformen von Hieracium Pilosella und H. glaciale findet man auf den Voralpen noch an einzelnen Standorten, wo H. glaciale nicht mehr vorkommt.

Der eben genannte Umstand ist zuweilen die Ursache, warum in gewissen beschränkten Gebieten die Zwischenformen in grösserer Menge auftreten als die eine der beiden Hauptformen. Man macht diese Beobachtung bloss auf der Linie, welche die Grenze des Verbreitungsbezirks der Haupt-

form und zugleich der Zwischenform bildet. Hieracium aurantiacum tritt in den Voralpen sehr spärlich auf; die Zwischenformen zwischen demselben und H. Pilosella einerseits, sowie H. Auricula anderseits sind daselbst in bemerklich grösserer Individuenzahl vorhanden. Umgekehrt verhält es sich in den Centralalpen.

Da die wahren Zwischenformen nur da sich finden, wo die Verbreitungsbezirke zweier Hauptarten in einander greifen, so mangeln sie im Allgemeinen zwischen den Arten, deren Gebiete durch einen Zwischenraum getrennt sind. Alle in den Alpen lebenden Arten von Piloselloiden sind durch Zwischenformen verbunden, ebenso diejenigen, die die Ebene bewohnen. Allein von den Arten, die ausschliesslich den Alpen, zu denjenigen, die ausschliesslich der Ebene angehören, kenne ich keine Uebergangsstufen, so z. B. nicht von H. aurantiacum und H. glaciale einerseits zu H. echioides, H. praealtum, H. cymosum anderseits.

Zur richtigen Beurtheilung dieser Vorkommensverhältnisse von Haupt- und Zwischenformen ist es durchaus nothwendig, die Verbreitungsbezirke genau abzugrenzen; eine Forderung, die auch aus andern wissenschaftlichen Gründen erfüllt sein sollte. Dabei muss sorgfältig zwischen einer zufälligen vorübergehenden und einer dauernden Ansiedelung unterschieden werden. Bekanntlich findet man gewisse Alpenpflanzen im Kies der Flüsse und am Fusse hoher steiler Felswände, wo sie einige Jahre aushalten und dann zu Grunde gehen, während andere dagegen dauernd einzelne vorgeschobene Posten in der Ebene bewohnen. Unter den Alpen-Hieracien gehört z. B. H. aurantiacum zu den erstern, H. Pilosella Hoppeanum zu den letztern. H. aurantiacum wird selten von der Isar bis München geführt und erscheint dann in einzelnen Exemplaren an den Ufern derselben. H. Pilosella Hoppeanum ist ohne Zweifel seit der Eiszeit, wie ich in der Mittheilung vom

18. Nov. 1865 nachgewiesen habe, auf Haiden und Mooren in unserer Nähe ansässig [1]).

Die thatsächlichen Verhältnisse, betreffend die morphologischen Eigenschaften und das Vorkommen der Zwischenformen, wie ich sie eben geschildert habe, machen es begreiflich, dass die letztern von manchen Beobachtern als Bastarde, von andern dagegen als reine Formen erklärt worden sind. Die Theorie der Hybridität hat aber unter denen, die eine ausgedehnte Autopsie auf den Standorten zu Rathe ziehen können, die zahlreicheren Anhänger. Ich habe mich über die Bastardnatur der Zwischenformen in der Mittheilung vom Februar ausgesprochen. Was ich dort sagte, gilt namentlich auch für die Gattung Hieracium. Ich wiederhole, dass es für die systematische Verwandtschaft ziemlich gleichgültig scheint, ob eine Zwischenform hybriden Ursprungs sei oder nicht. Dem entsprechend finden wir, dass diejenigen Arten von Hieracium, zwischen denen constante Zwischenformen vorkommen, stellenweise auch Bastarde bilden, und es geht mit grosser Wahrscheinlichkeit aus den Beobachtungen hervor, dass die hybride Befruchtung zweier Arten um so leichter erfolgt, je häufiger und fruchtbarer die Zwischenformen derselben vorhanden sind. Ob man die Zwischenformen als hybrid oder nicht hybrid betrachte, ihre Erkenntniss und Unterscheidung dient immer dazu, die Verwandtschaft der Arten bestimmen zu helfen, und was noch wichtiger ist, die Arten deutlicher hervortreten zu lassen und ihre Begrenzung genauer und sicherer fest zu stellen. Von diesem Gesichtspunkte aus müssen nach meiner Ansicht die Bemühungen der Hybridisten (im guten Sinne) beurtheilt werden. Dieses Ziel schwebte mir

1) Grisebach sagt von dieser Pflanze „in Alpibus, inde cum rivulis propagatur alt. 8000'—1500'". Ich habe sie nie von den Flüssen oder Bächen herabgeführt gefunden.

auch bei dem Versuche über die schweizerischen Arten der Piloselloiden (des Subgenus Pilosella) vor, den ich im Jahre 1846 veröffentlichte, und dessen ich schon früher erwähnt habe. Wenn ich dabei von den übrigen Hybridisten etwas abwich, so war es nur insofern, als ich die Methode vielleicht etwas consequenter durchführte.

Mein Versuch fand wenig Beifall bei den Monographen. E. Fries urtheilte darüber in den Symbolae ad historiam Hieraciorum (1848) folgendermassen: Nuperrime Cel. Nägeli Pilosellas plurimas hybriditate enatas demonstrare conatus est. Ipsius vero cognitionem tam formarum quam litteraturae, prorsus neglectae, nimis mancam fuisse, mihi saltim manifestim videtur. Equidem in plerisque ab acutissimo viro propositis hybridis speciebus video modo varietates, e physicis, morphologicis et biologicis rationibus facile explicandas. Plenior cognitio geographicae distributionis hybridam aliarum naturam prorsus refellit".

Ich bin weit entfernt, meinen damaligen Versuch für vollkommen zu halten und ich fühle die Mängel desselben sehr wohl. Doch dürfte es mir nicht schwer fallen, zu zeigen, wie ungegründet die gemachten Ausstellungen waren, besonders in Berücksichtigung dessen, was ich mit meinem Aufsatze anstrebte. Wenn ich darauf etwas näher eintrete, so geschieht es weniger, um den schon sehr alten Angriff zu widerlegen, als weil ich dabei Gelegenheit finde, einige die systematische Behandlung der Pflanzenarten und der Hieracien insbesondere betreffende Fragen von allgemeinem Interesse zu besprechen.

Bei der Bearbeitung einer Gattung giebt es drei verschiedene Gebiete, die bis auf einen gewissen Grad selbstständig sind: 1) die Feststellung der systematischen Verwandtschaft der Formen, 2) die diagnostische Unterscheidung derselben, 3) die Synonymie. Es ist möglich in jedem einzelnen dieser Gebiete die Wissenschaft sehr wesentlich zu fördern,

ohne dass damit nothwendig ein Fortschritt in den andern verbunden ist. Ich glaube sogar, es wäre in manchen Fällen für die Wissenschaft erspriesslich, wenn der Bearbeiter eines Bruchstückes der systematischen Botanik sich auf eines der drei Gebiete vorzugsweise beschränken wollte, und wenn nicht jeder meinte, er müsse nothwendig die bisherigen Arten verändern, er müsse zugleich die Diagnosen reformiren und endlich die Synonymie corrigiren.

Ich hatte mir diese Beschränkung erlaubt. Bezüglich der Synonymie stellte ich gar keine Studien an und vernachlässigte somit die Literatur, wie Fries richtig sagt, gänzlich. Ob aber das ein Mangel war? Ich halte es sogar für einen Vorzug. Denn in der Hieracien-Synonymie können nur die Monographen, die sich Jahre lang damit beschäftigen, ordentlich bewandert sein. Und selbst diese sind in allen kritisch schwierigen Punkten mit einander im Widerspruch. Es scheint mir sogar, dass mit jeder neuen Bearbeitung die Zweifel gemehrt statt gemindert werden. Unter diesen Umständen halte ich es für geboten, rücksichtlich der Synonymie sich an irgend eine Autorität anzuschliessen und nur insoweit Correcturen anzubringen, als man für seine Ansicht vollkommene Sicherheit hat. Ich werde in der Folge noch einmal hierauf zurückkommen, und es wird mir um so leichter sein, meine Ansicht zu beweisen, als ich zeigen kann, dass in Bezug auf einzelne Formen, die von dem Autor durch Beschreibung, Abbildung und Standort genugsam bezeichnet schienen und jedenfalls besser bezeichnet waren, als die sämmtlichen übrigen, doch alle, selbst die gründlichsten Kenner der Literatur sich geirrt haben. — Bei meinem Versuch über die Piloselloiden hatte ich mich an die Synopsis von Koch gehalten und ausserdem die Synonymen für die Bastarde nach Exemplaren des Herbarium von de Candolle und der Zürchersammlungen, soweit sie mit der Bestimmung übereinzukommen

schienen, ergänzt. Wären die Symbolae von Fries schon publizirt gewesen, so hätte ich zu meinem Vortheil denselben mit Rücksicht auf die Synonymie folgen können.

Auch die diagnostische Unterscheidung war mir nicht Hauptzweck, sondern vielmehr bloss Mittel zu demselben gewesen; und ich hatte auch erklärt, dass es mir nicht möglich sei, bessere Unterscheidungsmerkmale an die Stelle der bisherigen zu setzen[2]).

---

2) Doch glaube ich, einige spezifische Merkmale richtiger angewendet zu haben als selbst die Monographen, die nach mir kamen, und zwar lediglich desswegen, weil ich durch Annahme von hybriden Formen und durch Ausscheidung derselben auf den Standorten die Arten richtiger umgrenzen konnte. Ich erwähne diess bloss, weil Fries mir wegen eines solchen Falles einen Vorwurf machte; es war diess zugleich die einzige spezielle Ausstellung, wodurch derselbe seine allgemeine Kritik motivirte. Nachdem er die ganz richtige Bemerkung gemacht, dass die Ausläufer von Pilosella sich gabelig theilten, fügte er bei: „Haec est vera ratio scapi furcati, quem cel. Nägeli ex hybriditate derivandum censet; equidem ipse, absque omni hybriditate, arte produxi quam plurimas formas furcatas". Nun führte aber Fries selber eine Reihe von Arten und zwar die gleichen, die ich als Bastarde bezeichnet hatte, auf, welche durch den „scapus furcatus" von Hieracium Pilosella, das durch den „scapus simplex monocephalus" charakterisirt wird, sich unterscheiden. Er that also genau dasselbe, was ich gethan hatte. Nur nahm er irrthümlich an, die Gabelung meiner Pflanzen komme bloss an den Stolonen vor, obgleich ich von H. Pilosella gesagt hatte, seine Ausläufer seien zuweilen gabelig getheilt und mehrköpfig.

Der gabelige primäre Schaft kommt wirklich, wie ich früher angenommen hatte, und wie ich später nachweisen werde, nur an den Hybriden oder Mittelformen vor. Er mangelt bei H. Pilosella durchaus; und wenn Fries den scapus primarius furcatus ausnahmsweise auch für diese Art annimmt, wie aus von seiner Hand bestimmten Exemplaren hervorgeht, so ist diess sicher ein Irrthum, welcher mit grösster Evidenz sich nachweisen lässt, wenn man H.

Der Zweck meiner kleinen Publikation hatte nach meinen eigenen Worten dem Umfang und der Abgrenzung gegolten und als Mittel hiezu hatte die Ausscheidung einer grösseren Zahl von Formen gedient, die ich als hybrid erklärte. Wenn Fries hierauf sagte, er sehe „in diesen Bastardspezies bloss Varietäten, die sich leicht aus physischen, morphologischen und biologischen Ursachen erklären lassen", so begreife ich nicht recht, warum dieser Autor dieselben Formen nicht als Varietäten, sondern als wirkliche Arten aufgeführt hat. Denn meine hybriden Arten stehen zu den Arten von Fries (Symbolae und Epicrisis) in folgendem Verhältniss:

H. e Pilosella et Auricula = H. auriculaeforme Fr.
H. e Pilosella et angustifolio = H. sphaerocephalum Froel.
H. e Pilosella et praealto = H. brachiatum Bert.
H. e Pilosella et aurantiaco = H. versicolor Fr.
H. ex angustifolio et aurantiaco = H. suecicum Fr. Var.

Ob diese und andere Formen, deren ich jetzt noch eine grössere Zahl kenne, als hybrid zu erklären seien oder nicht, bleibt vorderhand eine Streitfrage zwischen Hybridisten und Nichthybridisten. Obgleich ich aus den in der letzten Mittheilung erörterten Gründen eher den letztern angehöre, so kann ich doch nicht anders als zugeben, dass die eben genannten Formen an einzelnen Stellen wirklich hybriden Ursprungs sind. Fries verwirft im Princip alle Bastarde und bezeichnet besonders in der Epicrisis generis Hieraciorum die Methode der Hybridisten in vielen speziellen Fällen zum mindesten als unverantwortliche Leichtfertigkeit. Er betrachtet die Bastarde als geringfügige, kaum erwähnens-

---

Pilosella einerseits auf Standorten, wo es allein vorkommt, und anderseits auf Localitäten, wo es zugleich mit den Mittelformen wächst und in dieselben übergeht, beobachtet.

werthe Varietäten und beruft sich dabei auf Linné und Bentham.

Ohne die Sünden der Hybridomanen (nicht der Hybridisten) in Schutz nehmen zu wollen, darf ich doch als Verfechter der Hybridität, wo sie eben angenommen werden muss, an folgende zwei allgemeine Thatsachen erinnern.

1) Durch die grossartigen Arbeiten von Kölreuter und von Gärtner, wozu noch diejenigen vieler anderer Forscher kommen, ist die Lehre von der Bastardbildung zu einer wissenschaftlichen Disciplin geworden. Die Systematik muss dieselbe anerkennen und ihre Gesetze anwenden. Die oben genannten Mittelformen erfüllen in morphologischer Beziehung genau die Forderungen der Bastardlehre. Fr. Schultz giebt an, er habe durch hybride Befruchtung Hieracium auriculaeforme aus H. Pilosella und H. Auricula, und H. bitense (das von H. brachiatum nicht verschieden ist) aus H. Pilosella und H. praealtum erhalten, eine Angabe, welche Fries nicht erwähnt hat.

2) Um zu entscheiden, ob eine Form hybriden Ursprungs sei oder nicht, ist die Autopsie auf den Standorten unerlässlich. Zu den Systematikern, welche am meisten gegen die Hybridität eingenommen sind, gehören namentlich diejenigen, welche nach trockenem Material und nach lebenden Gartenpflanzen arbeiten. Von 12 ausgezeichneten Piloselloiden-Formen, welche Fries als nicht hybride Arten oder als Varietäten von solchen aufführt und die nach meinen Beobachtungen auf den Localitäten als Zwischenformen, eventuell als hybrid zu betrachten sind, hat Fries eine einzige im wilden Zustande beobachtet, und diese hat er früher für einen Bastard gehalten: H. Auriculo-Pilosella Fr. = H. auriculaeforme Fr. — Unter den Formen von Archieracium kenne ich gegen 20 in Süddeutschland und auf den Alpen wachsende, welche durch ihr Vorkommen und ihre Merkmale als Zwischenformen und auf einzelnen

Standorten als hybrid sich kundgeben. Fries, der sie alle nur im getrockneten Zustande gesehen hat, führt die Mehrzahl als nicht hybride Arten, einige als Varietäten auf[3]).

Fries sagte, es sei leicht, die von mir als hybrid erklärten Arten der Piloselloiden als Varietäten nachzuweisen. Hiezu bemerke ich, dass dieselben in der Mitte zwischen zwei Hauptarten stehen und fast ohne Ausnahme mit beiden in gleicher Weise durch Uebergangsglieder verbunden sind. Wenn H. auriculaeforme eine Varietät von H. Pilosella ist, so muss es aus den gleichen Gründen als eine solche von H. Auricula angesehen werden. H. brachiatum darf mit gleichem Rechte als Varietät von H. Pilosella wie von H. praealtum, H. sphaerocephalum mit gleichem Rechte als Varietät von H. Pilosella wie von H. glaciale abgeleitet werden u. s. w. Der Transmutationslehre würde der allergrösste Dienst geleistet, und ich wäre der erste, ihn mit Bewunderung und Anerkennung

---

3) Unter den fleissigen Sammlern gehört Christener wenigstens nach einer Aeusserung in der Vorrede zu den Hieracien der Schweiz den Gegnern der Hybridität an. Doch hat er offenbar dieser Frage auf den Excursionen wenig Aufmerksamkeit geschenkt, wie einige Bemerkungen bei den Arten zeigen. Ueberdem scheint der Zufall ihm die Zwischenformen seltener vorgeführt zu haben. Unter allen Zwischenformen der Piloselloiden hat er nur eine selbst beobachtet nämlich H. sphaerocephalum. Die Mittelform zwischen H. Pilosella und H. praealtum und diejenige zwischen H. Auricula und H. praealtum führt er nach andern Beobachtern, diejenigen zwischen H. Pilosella und H. Auricula, zwischen H. Pilosella und H. florentinum All., zwischen H. Pilosella und H. aurantiacum, zwischen H. Auricula und H. aurantiacum, zwischen H. glaciale und H. aurantiacum, zwischen H. sabinum und H. aurantiacum, die alle in der Schweiz vorkommen, führt er gar nicht auf; ein Beweis, dass sie jedenfalls selten sein müssen, was mit ihrer intermediären oder hybriden Natur übereinstimmt.

zu begrüssen, wenn nachgewiesen werden könnte, dass die genannten hybriden oder Zwischenformen wirklich nichts anderes als „durch physische, morphologische und biologische Ursachen entstandene Varietäten" sind. Allein, ungeachtet ich alle Erscheinungen, welche die Vorkommensverhältnisse darbieten, wiederholt nnd aufs sorgfältigste an Ort und Stelle geprüft habe, so weiss ich doch als Grund für die Transmutation weiter nichts anzuführen, als eben die Existenz der Uebergangsformen. Eine bestimmte Beziehung zu den äussern Einflüssen besteht entschieden nicht; eine Beziehung zu den Gesetzen der Organisation und der Lebensverrichtungen ist mir nicht bekannt. Einige Erscheinungen in den Wachsthumsverhältnissen, wie z. B. die gabelige Theilung der Ausläufer von H. Pilosella, könnten allerdings einer oberflächlichen Betrachtung einige Anhaltspunkte zu bieten scheinen für die Vergleichung dieser Art mit den typisch gabelspaltigen Formen. Allein eine exactere und kritische Behandlung zeigt sofort die gänzliche Verschiedenheit solcher Erscheinungen. Ich werde bei der speziellen Erörterung der Formen die Nachweise hiefür geben.

Als einen Beweis gegen die hybride Natur der von mir früher aufgestellten Bastardspezies führte Fries auch die geographische Verbreitung an. Eine vollständigere Kenntniss derselben weise meine Ansicht gänzlich zurück. Wenn Fries recht hätte, so wäre diess auch ein Grund gegen die Annahme der Zwischenformen, wie ich dieselben charakterisirt habe; denn ihre Verbreitung fällt, wie ich angegeben, mit derjenigen der Hauptarten zusammen. Es thut mir leid, auch hier zeigen zu müssen, dass die „vollständigere Kenntniss" nicht auf Seite meines Gegners ist. Ich muss diess um so mehr thun, als dieser Umstand gerade das Gesetz der Zwischenformen und ihre hohe Bedeutung für die Systematik in ein helles Licht stellt.

Eine von Fries mehrfach beliebte Beweisführung ist die, es könne eine Form M nicht der Bastard von A und B sein, weil M im Norden vorkomme, B dagegen daselbst mangle. Wäre diess richtig, so gäbe es gewiss keinen stärkern Grund. Allein die Angaben von Fries beruhen, soweit sie meine Annahmen von Bastarden und Mittelformen betreffen, auf einer Verwechslung, welche allerdings nur dann vermieden werden kann, wenn man die hybriden oder Zwischenformen in ihr Recht einsetzt. Zur Erläuterung diene folgendes allgemeine Beispiel. Es giebt ein halbes Dutzend gutgeschiedener, aber doch nahe verwandter Arten: A, B, C, D, E, F. Zwischen denselben bestehen Mittelformen oder Bastarde, die ich der Kürze halber als AB, BC, AC etc. bezeichnen will. Vergleichen wir nun bloss die eine Reihe dieser Zwischenformen mit einander, nämlich AB, AC, AD, AE und AF, so sind dieselben selbstverständlich bloss halb so weit unter sich verschieden als es B, C, D, E und F sind. Desswegen ist es eine in der Geschichte der Hieracien-Bearbeitungen häufige Erscheinung, dass derselbe Autor, welcher B, C, D, E und F, trennt, von den Formen AB, AC, AD, AE und AF entweder einzelne oder alle vereinigt. Es ist klar, dass solche Vereinigungen gegen die Natur sind, es mögen die Formen als constante Mittelarten oder als Bastarde betrachtet werden. Der Botaniker, welcher Hieracium Pilosella, H. Auricula, H. praealtum, H. pratense und H. aurantiacum als Arten unterscheiden und die Mittelformen zwischen H. Pilosella einerseits und den 4 übrigen Arten anderseits in Eine Species vereinigen wollte, würde zwar diagnostisch dafür eine gewisse Berechtigung haben. Allein eine solche Behandlung wäre ebenso sehr im Widerspruch mit der natürlichen Verwandtschaft als mit der geographischen Verbreitung.

Ich glaube nicht zu irren, wenn ich annehme, dass Fries mehrfach in einen ähnlichen Fehler verfallen ist,

als er die alpinen und nordischen Hieracien mit einander verglich. Er hat, um einen einzigen Fall statt mehrerer zu besprechen, aus den bayrischen Alpen eine Pflanze erhalten, welche mit Hieracium aurantiacum und H. Auricula gemeinsam vorkommt und in den Merkmalen genau die Mitte hält; sie war als Bastard der beiden genannten Species bezeichnet. Fries bestimmte sie als H. suecicum und bemerkte dazu, sie könne nicht hybriden Ursprungs sein, da H. aurantiacum in Schweden, wo H. suecicum häufig wachse, mangle. Nun ist aber unsere Pflanze, welche als H. variegatum bezeichnet werden mag, nach den Eigenschaften und nach dem Vorkommen sicher entweder ein Bastard oder eine Mittelform von H. Auricula und H. aurantiacum. Der Widerspruch zwischen den beiden Angaben löst sich dadurch, dass unsere Pflanze zwar dem nordischen H. suecicum sehr ähnlich, aber doch deutlich davon verschieden ist. Ich trete hier nicht weiter in die Vergleichung ein, da ich in einer folgenden Mittheilung davon sprechen werde. Was das nordische H. suecicum betrifft, von dem mir eine Reihe von Exemplaren vorliegen, so sind ohne Zweifel darin zwei verschiedene Formen enthalten. Ueber deren Deutung masse ich mir nicht an, ein bestimmtes Urtheil abzugeben, da ich es für unmöglich halte, die Verwandtschaft der Hieracien-Formen sicher zu beurtheilen, wenn man sie nicht auf den Standorten beobachtet hat. Ich bemerke bloss, dass die eine der beiden nordischen Formen von H. suecicum, nach den Merkmalen zu schliessen, in der Mitte zwischen H. Blyttianum und H. Auricula zu stehen scheint. Sollte sich diese Vermuthung durch Beobachtungen über das Vorkommen bestätigen, so wäre die nahe Verwandtschaft von H. variegatum und H. suecicum begreiflich, denn H. Blyttianum weicht so wenig von H. aurantiacum ab, dass es von Grisebach

mit demselben vereinigt wurde; die beiden Mittelformen wären aber nur halb so weit von einander entfernt.

Damit schliesse ich die Rechtfertigung meines frühern Versuches über die Piloselloiden; ich glaube gezeigt zu haben, dass die Gründe, warum ich eine Reihe von Formen als hybrid erklärte, doch etwas ernsthafterer Natur waren, als Fries angenommen hat. Ich kehre zu der Betrachtung der Zwischenformen zurück, um noch kurz die Bedeutung zusammen zu fassen, welche die Berücksichtigung derselben für die Systematik der Hieracien hat.

1) Die zahlreichen Formen, welche zwischen den Hauptarten sich befinden, können nur richtig unterschieden werden, wenn man sie als Zwischenglieder auffasst. Ich habe diess eben an dem Beispiel von H. variegatum und H. suecicum nachgewiesen. Es giebt, um ein anderes Beispiel zu erwähnen, Mittelformen zwischen H. Pilosella einerseits und fast allen andern Hauptarten der Piloselloiden anderseits. Dahin gehören H. auriculaeforme, H. brachiatum, H. stoloniflorum, H. hybridum, H. bifurcum, H. sphaerocephalum, H. versicolor (alle nach der Benennung von Fries). Diese Arten, die wir nach ihrem hauptsächlichsten Merkmale als die gabelästigen oder furcaten bezeichnen können, sind eine Quelle von unendlicher Confusion und Verwechslung gewesen, und ich behaupte nicht bloss, dass es unmöglich ist, mit den besten Beschreibungen und Abbildungen sie zu bestimmen, sondern dass es überhaupt unmöglich ist, sie in allen Variationen richtig zu unterscheiden, wenn man sie nicht als die Mittelformen der bestimmten Hauptformen auffasst. Als Beweis dafür kann ich bayrische Furcaten anführen, deren Standort und Bedeutung ich genau kenne und die von den ersten jetztlebenden Autoritäten unrichtig bestimmt wurden.

2) Die geographische Verbreitung der mannigfaltigen Formen, welche zwischen den Hauptarten stehen, kann nur

richtig festgestellt werden, wenn man sie als Zwischenglieder auffasst. Diess folgt aus dem Vorhergehenden. Eine andere Methode giebt keine Sicherheit dafür, dass nicht scheinbar ähnliche, aber im Grunde verschiedene Formen zusammengeworfen, und dass nicht scheinbar unähnliche, aber in der That identische Formen getrennt werden. Für Beides giebt es bei den Hieracien genugsame Beispiele. Ein solches ist das vorhin erwähnte H. suecicum, dessen Verbreitung nach Fries sich bis zum 47° nördlicher Breite erstrecken würde, während es als natürlich umgrenzte Form wenig über den 60° hinausgeht.

3) Die richtige Abgrenzung der Arten ist nur dann möglich, wenn man sie genau von den Zwischenformen scheidet. Es giebt sehr wenige Species von Hieracium, welche bis jetzt präcis und zugleich naturgemäss umgrenzt waren. Dahin gehören unter den deutschen und schweizerischen Arten vielleicht bloss H. albidum und H. humile, d. h. diejenigen zwei, welche am seltensten durch Zwischenformen mit andern zusammenhängen. Alle andern werden zu weit gefasst, weil man noch die nächsten Glieder der Uebergangsreihen mit ihnen combinirt. Eine Pflanze, die in allen Stücken ein H. Pilosella ist, aber einen primären Schaft besitzt, der $^1/_3$ oder $^2/_5$ über dem Grunde sich gabelt, eine Pflanze, die genau H. murorum ist, aber am Blüthenstiel und an der Blüthenhülle bloss spärliche Drüsen hat, eine Pflanze, die vollkommen mit H. prenanthoides übereinkommt, aber etwas grössere Köpfe hat und an den obersten Blättern einzelne spärliche Drüsen zeigt, wird von allen Hieraciologen mit der betreffenden Art vereinigt. Es sind geringe Abweichungen, die man aus der Einwirkung äusserer Einflüsse erklärt. Die Berücksichtigung der hybriden oder Zwischenformen führt zu einem andern Ergebniss.

Die Methode, eine Art richtig und naturgemäss abzugrenzen, besteht, wie ich in der vorhergehenden Mittheilung

angegeben habe, darin, dass man sie auf Standorten und in Gegenden beobachtet, wo sie nicht in Gesellschaft der Zwischenformen wächst. Die vorhin erwähnten Abweichungen kommen nur da vor, wo H. Pilosella mit einer furcaten Zwischenform z. B. mit H. brachiatum oder H. sphaerocephalum, wo H. murorum mit H. subcaesium, H. caesium etc., wo H. prenanthoides mit H. cydoniaefolium gemeinschaftlich vorkommt. Man beobachte irgend eine Art von Hieracium z. B. H. Pilosella, H. aurantiacum, H. praealtum, H. murorum, H. alpinum, H. prenanthoides auf den mannigfaltigsten Standorten einer Gegend, wo die von diesen Arten ausgehenden Zwischenformen mangeln; man wird sie sehr einförmig, in ihren Merkmalen sehr constant und in ihrem Formenkreis eng begrenzt finden. Man besuche dann einförmige Localitäten, wo neben den genannten Arten auch die sich an sie anschliessenden Zwischenformen auftreten; sie werden sich vielförmig, in ihren Merkmalen unbeständig und mit erweitertem Formenkreis kundgeben. Es zeigt diese Thatsache unwiderleglich, dass nicht die äussern Einflüsse, sondern die Anwesenheit der Zwischenform in Folge hybrider Befruchtungen die geringen Abweichungen von dem specifischen Typus bedingen. Ich bezeichne dieselben desswegen als zurückkehrende Formen (formae recedentes).

Um Missverständnisse zu vermeiden, wiederhole ich, was ich schon in der letzten Mittheilung angeführt habe, dass die Anwesenheit der Mittelformen nicht unter allen Umständen das Vorhandensein von hybriden Uebergängen (zurückkehrenden Formen) in die Hauptarten bedingt. Es giebt Fälle, wo sie nie mangeln, und andere, wo sie nur selten vorkommen. Bei H. murorum, das mit H. subcaesium, bei H. Pilosella, das mit H. sphaerocephalum gemeinsam wächst, sucht man sie nie vergebens; während H. murorum, welches in Gesellschaft von H. hi-

spidum Fr. und H. Pilosella, das in Gesellschaft mit H. versicolor Fr. sich findet, meist derselben entbehren.

Man darf die zurückkehrenden Formen nicht verwechseln mit den Standortsmodificationen und mit den constanten Varietäten. Den trockenen Exemplaren ist ihre Bedeutung freilich nicht anzusehen. Eine sorgfältige Prüfung auf den Localitäten kann aber nie im Zweifel lassen. Die Standortsmodificationen gehen mit den äussern Verhältnissen genau parallel, sie bleiben constant mit ihnen und wechseln mit ihnen. Die zurückkehrenden Formen sind unabhängig von den Localitäten, aber bedingt durch die Anwesenheit von hybriden oder Zwischenformen. Die constanten Varietäten sind weder von den äussern Bedingungen noch von der Anwesenheit nahverwandter Formen abhängig.

Fries führt in seinen beiden Hieracien-Monographieen den Ausspruch von Linné als Richtschnur an: „Varietates leviores non curat Botanicus". Diess ist gewiss eine richtige und weise Massregel, wenn es sich um Bearbeitung getrockneten Materials und lebender cultivirter Pflanzen handelt. Der Forscher aber, welcher die Gewächse in ihren natürlichen Vorkommensverhältnissen studirt, muss auch die geringste Abweichung berücksichtigen, nicht sowohl um sie zu beschreiben, als um sie zur Beurtheilung der gegenseitigen Beziehungen und Verwandtschaften zu benutzen. Denn nicht selten reihen sich die unbedeutendsten Modificationen schnurförmig zu einer Formenreihe zusammen, welche zwei ganz verschiedene Arten verbindet. Und in andern Fällen geben diese unerheblichen Abweichungen die Grenze an, wohin die Einwirkung der für so mächtig gehaltenen äussern Einwirkungen reicht.

4) Die natürliche Verwandtschaft zwischen den mannigfaltigen Hieracien-Formen kann nur dann richtig erfasst werden, wenn man sie in Haupt- und Zwischenformen scheidet. Betrachtet man alle als gleichwerthig, so ist es

gar nicht anders möglich, als dass die Beziehungen unwahr und die Gruppen, in die man sie gliedert, unnatürlich werden. Als Beispiel möge gleich die erste Gruppe in der Anordnung von Fries dienen. Die Pilosellina bestehen aus der Hauptart H. Pilosella und aus Zwischenformen zwischen dieser Hauptart und den übrigen Arten der Piloselloiden. Diess gilt wenigstens für alle deutschen und Alpenformen; über einige andere, die ich nicht in der Natur gesehen habe, will ich kein Urtheil abgeben. Nun haben aber diese Zwischenformen eine ebenso innige Verwandtschaft zu den Arten der übrigen Sectionen als zu H. Pilosella. Es giebt Uebergänge zu jenen wie zu dieser. Die meisten dieser Zwischenformen kommen auch als Bastarde vor. Zwei derselben sind auf künstlichem Wege durch Bastardirung erhalten worden. Es ist nun nicht einzusehen, warum der Bastard mit der einen Stammart näher verwandt sein soll als mit der andern. Es ist überhaupt nicht einzusehen, wie man Hauptarten mit hybriden oder mit Zwischenarten zusammen in natürliche Gruppen gliedern kann, wie man die Beziehungen richtig darstellen kann, wenn man die Mittelglieder nicht als solche zwischen die Hauptformen stellt.

Eine begreifliche Folge der bisherigen Behandlungsweise ist ferner die, dass die nämliche Zwischenform ihrer Verwandtschaft nach von dem einen Autor neben die eine, von dem andern neben die andere Hauptart gestellt wird, und dass der gleiche Autor sie bald dahin bald dorthin bringt. In den Symbolae von Fries finden wir H. hispidum Fr. bei der Section Accipitrina, in der Epicrisis desselben Autors bei der Section Aurella. Nach meiner Ansicht hat es eine gleich grosse oder eine gleich geringe Berechtigung für den einen und den andern Platz; denn was die Alpenform dieser Art betrifft (die Pflanze aus dem Caucasus gehört ohne Zweifel nicht hieher), so ist sie eine

Mittelform zwischen H. *alpinum* und H. *prenanthoides* und somit beiden gleich sehr verwandt. — Ebenso gehört H. *nigrescens* Willd. Fries in den Symbolae von *Fries* der Stirps H. *vulgati*, in der Epicrisis dagegen der Stirps H. *alpini* an und andere Autoren führen diese Pflanze geradezu als Varietät von H. *alpinum* auf. H. *atratum* Fr. steht bei *Fries* in der Gruppe von H. *murorum* und H. *vulgatum*, bei andern Autoren dagegen neben H. *alpinum* oder als Varietät in dieser Art selbst. Beide Pflanzen, H. *nigrescens* und H. *atratum*, haben als Zwischenformen Verwandtschaften nach zwei Seiten hin und werden daher mit gleichem Rechte oder vielmehr mit gleichem Unrechte in die *Alpinum*- oder in die *Murorum*-Gruppe gebracht.

5) Die Unterscheidung der *Hieracien* in Haupt- und Zwischenformen ist endlich das einzige Mittel, um eine klare Uebersicht über die variable und verwickelte Gattung zu gewinnen. Diese Methode verhält sich zu der bisherigen Behandlungsweise wie die natürliche Methode zur künstlichen in der Systematik überhaupt. Das künstliche System mag den Vortheil gewähren, die Gattungen schnell bestimmen und einreihen zu können. Die *sichere* Bestimmung und die *klare* Uebersicht ist nur durch das natürliche System möglich. — Ebenso hat die bisherige künstliche Bearbeitung der *Hieracien* gewisse Vortheile, wenn es sich um die Benennung einer Zahl von unbekannten Formen handelt. Aber die vollkommene Sicherheit in der Bestimmung und in der Beherrschung des Stoffes lässt sich nur durch die natürliche Methode erreichen. Es bestätigt sich auch hier der Grundsatz, dass das Wahre nothwendig für die Erkenntniss auch das Leichteste ist.

Die natürliche Methode der *Hieracien* muss den nämlichen Weg gehen wie die der Systematik überhaupt. Wie diese zuerst die grossen und charakteristischen Ordnungen feststellt und nach denselben dann die kleinen inter-

mediären Ordnungen bestimmt, so muss die Bearbeitung der Hieracien zuerst die Hauptarten als feste Marken sondern und dann zwischen denselben die Zwischenglieder einfügen. Auf diese Weise wird die verwickeltste aller Gattungen in der Behandlung verhältnissmässig leicht, sicher und übersichtlich. Vorausgesetzt, dass man die Hauptarten richtig bestimmt habe, was bei den Hieracien nicht schwerer ist, als in jeder andern Gattung, so kann man die intermediären Formen auch für ein begrenztes Gebiet ohne die geringste Schwierigkeit erkennen. Es bedarf dafür nicht mehr einer reichen Sammlung mit Originalexemplaren und eines grossen literarischen Apparats, wohl aber der Autopsie auf den Standorten.

Die Merkmale der Zwischenformen sind durch diejenigen der Hauptarten bestimmt. Die Zwischenformen sind daher vermittelst dieser Beziehung leicht, ohne dieselbe aber nie sicher zu erkennen. Hierin weiche ich gänzlich von Fries ab, welcher diese Beziehung verwirft: „Hieracium Auriculo-Pilosella l. Pilosello-Auricula est titulus maxime vagus; numquam idem a diversis collectoribus recepi, numquam nostrum primitivum". Könnte man dies nicht von jeder Zwischenform sagen? Aber was würde es gegen den Namen von H. caesium z. B. beweisen, wenn ich sagte: H. caesium Fr. ist eine allzu unbestimmte Bezeichnung; von den Botanikern und Hieraciologen erhält man die verschiedensten Formen und selbst der Autor bestimmt mit diesem Namen einige Formen, die, wie sich aus den Beobachtungen auf den Standorten ergiebt, sicher nicht zusammengehören. Das Nämliche gilt für H. suecicum Fr. und viele andere.

Wer möchte wohl aus der Diagnose H. brachiatum bestimmen und von den übrigen gabelspaltigen Hieracien unterscheiden können? Aber kein irgendwie aufmerksamer Sammler, der die Vorkommensverhältnisse und die morpho-

logischen Beziehungen zu beachten und beurtheilen versteht, wird H. brachiatum verkennen, wenn er weiss, dass es die Mittelform zwischen H. Pilosella und H. praealtum ist. — Mit dem vorhin erwähnten H. Auriculo-Pilosella oder H. Pilosello-Auricula hat es übrigens eine eigene Bewandtniss, welche erklärt, warum Fries unter diesem Namen nie seine schwedische Pflanze erhalten hat. Die Pflanze, die in Mitteleuropa und in den Alpen vorkommt, ist nämlich von der nordischen wesentlich verschieden, wie auch unser H. Auricula von dem nordischen abweicht. Die Verschiedenheit bei diesem letztern ist immerhin so gross, dass in der Beschreibung von Linné die südliche Pflanze nicht erkannt wird und dass von vielen Botanikern H. Auricula Lin. in andern Arten gesucht wurde. Wie das nordische H. Auricula zum südlichen, so verhält sich auch die nordische Mittelform zur südlichen. In der Diagnose von H. auriculaeforme Fr. wird Niemand die Mittelform von H. Auricula und H. Pilosella, die in Deutschland und den Alpen mit den beiden Hauptarten vorkommt, erkennen, und es ist daher begreiflich, dass auch Fries aus unsern Gegenden nicht seine Pflanze erhalten konnte. Diese Sachlage scheint mir eher für, als gegen die Mittelformen zu sprechen, da wir sehen, dass dieselben in gleichem Verhältniss wie die Hauptarten sich verändern. Die nähern Nachweise werde ich in den spätern Mittheilungen geben.

Ich habe in dem vorstehenden Aufsatze mich einlässlich gegen die bisherige Methode in der Behandlung der Gattung Hieracium und gegen die Resultate dieser Methode in den vorliegenden Monographieen aussprechen müssen. Es liegt mir dabei nichts ferner, als dass ich die hohen Verdienste der Männer, die sich mit der schwierigen Gattung beschäftigt haben, schmälern möchte. Ich verehre ihre grosse Formen- und Literaturkenntniss so wie den unüber-

trefflichen Scharfsinn und Takt, welcher sie bei der Unterscheidung der Formen geleitet hat. Ich anerkenne mit Bewunderung, wie weit es Fries mit so unvollkommenen Mitteln in der naturgemässen Abgrenzung der Formen gebracht hat, so dass eine neue Bearbeitung wesentlich auf seinen Errungenschaften fortbauen kann. Die Anerkennung einer vorzüglichen Leistung darf uns aber nie hindern, nach einer bessern zu streben, die unvollkommene Methode durch eine vollkommenere zu ersetzen, zu den bisherigen Mitteln der Erkenntniss neue hinzuzufügen. Der folgende Fortschritt ehrt am besten den vorhergehenden, und eine Leistung stellt sich das beste Zeugniss ihres Werthes aus, wenn sie eine fernere Leistung möglich und nothwendig macht. Uebrigens ist die Forderung, dass die Pflanzenformen nicht in den Herbarien und Gärten, sondern auf ihren natürlichen Standorten studirt werden müssen, schon längst und wiederholt ausgesprochen worden. Wenn etwas in dieser Richtung zu thun übrig blieb, so war es bloss, den Grundsatz consequent durchzuführen und aus ihm die logischen Folgerungen zu ziehen, welche sich mit Nothwendigkeit ergeben.

---

25. Versuche, betreffend die Capillarwirkungen bei vermindertem Luftdrucke.

(Vorgetragen den 10. März 1866.)

Die Untersuchungen über das Verhalten enger Capillarröhren bei vermindertem Luftdrucke wurden durch ein pflanzenphysiologisches Problem veranlasst. Die belaubte und kräftig vegetirende Pflanze verdunstet eine grosse Menge von Wasser, welches von der Wurzel aufgenommen und durch den Stamm

und die Aeste empor geführt wird. Die Frage, durch welche Kräfte diese Arbeit geleistet werde, hat die Pflanzenphysiologen vielfach beschäftigt. Man hatte früher die Capillarität dafür in Anspruch genommen und ist in neuester Zeit wieder auf diese Theorie zurückgekommen.

Es versteht sich von selbst, dass aus der Pflanze ausfliessendes Wasser, wie man es beim Thränen der Weinreben und bei einigen normalen Ausscheidungen beobachtet, nicht durch Capillarwirkungen gehoben werden kann. Dagegen liesse sich denken, dass das Wasser, welches von der Verdunstung aus den Blättern weggenommen wird, durch Haarröhrchenanziehung ersetzt würde.

Wenn man eine Capillarröhre in Wasser stellt, so steigt dasselbe bis auf eine durch ihre Weite bestimmte Höhe. Lässt man sie stehen, so verdunstet fortwährend eine gewisse Menge aus der Capillarröhre und wird durch nachströmendes Wasser ersetzt. — Füllt man eine weite Röhre mit feinem Sand und stellt dieselbe mit dem untern Ende in Wasser, so befeuchtet sich der Sand und die Verdunstung am obern Ende zieht fortwährend das Wasser empor. — Hieher gehört auch der bekannte schöne Versuch, der schon vor längerer Zeit von Liebig ausgeführt wurde. Eine mit einer Blase verschlossene und mit Wasser gefüllte Glasröhre wird mit dem offenen Ende in ein Gefäss mit Quecksilber gestellt; das Wasser verdunstet durch die Blase und das Quecksilber steigt bis zu einer gewissen Höhe, aber nicht über dieselbe, da bei länger andauernder Verdunstung Luft durch die Blase eintritt.

In diesen Fällen ist es zugleich die Capillarität und die Verdunstung, welche einen aufsteigenden Wasserstrom möglich machen. Die Arbeit wird wohl allein von der Verdunstung geleistet und dafür eine entsprechende Wärmemenge verbraucht. Um ein Wassertheilchen, auf welchem nicht bloss der Druck einer Atmophäre lastet, sondern an

welchem überdem eine Quecksilbersäule von 12 Zoll oder eine Wassersäule von 14 Fuss hängt, loszureissen und verdunsten zu machen, bedarf es unter übrigens gleichen Umständen einer grössern Kraft, als wenn auf das Wassertheilchen bloss die Atmosphäre drückt, in gleicher Weise wie letzteres schwieriger verdunstet als ein anderes, das einem verminderten Luftdruck ausgesetzt ist.

Handelt es sich nun darum, in wiefern diese Erscheinung zur Erklärung des Saftsteigens in der Pflanze benutzt werden darf, so ist zunächst die Frage zu beantworten, wie hoch überhaupt die Flüssigkeit in Capillarröhren steigen könne. Ich war früher der Ansicht, dass die Höhe nicht überschritten werde, welche dem Luftdrucke das Gleichgewicht halte; und ich habe dessnahen bei einer Besprechung der Ursachen, welche das Saftsteigen veranlassen, die Wirksamkeit der Verdunstung in den Blättern als 32 Fuss Wasserhöhe in die Berechnung eingeführt (Pflanzenphys. Untersuch. I pag. 28. 1855).

Diese Annahme, dass in einer Capillarröhre oder in einem Capillarsystem das Wasser nicht über 32 Fuss zu steigen vermöge, stützte sich auf folgende zwei theoretische Betrachtungen.

Wenn die Flüssigkeit in einer Capillarröhre durch den Zug des concaven Meniscus empor gehoben wird, so wirkt der letztere wie der Kolben einer Pumpe. Das Wasser steigt unter dem Meniscus empor. Wird die Röhre so enge, dass das Wasser in Folge dieses Zuges über 32 Fuss steigen sollte, so kann es dieses Maass nur um so viel überschreiten, als es seine Cohäsion erlaubt. Diese ist aber nach den Versuchen von Buijs-Ballot, Gaylussac u. A. so gering, dass sie vernachlässigt werden kann, indem sie für Wasser von 10° nur einer Flüssigkeitsäule von 5 M.M. das Gleich-

gewicht hält [1]. — Wollte man aber nach der Theorie von Laplace das Steigen in den Capillarröhren nicht durch den Zug des concaven Meniscus, sondern durch den überwiegenden Moleculardruck der untern ebenen Flüssigkeitsoberfläche geschehen lassen, so würde die Analogie mit einer Pumpe gleichwohl bestehen. Denn ungeachtet dieses Moleculardrucks reisst die Wassersäule jedesmal von dem Kolben ab, sowie dieser 32 Fuss über das Wasserniveau sich erhebt [2].

Sehen wir von dieser Analogie einer Capillarröhre mit der Pumpe ab, und berücksichtigen wir bloss die Spannungsverhältnisse in der Flüssigkeitssäule einer Capillarröhre und deren wahrscheinliche Consequenzen, so ergiebt sich Folgendes. Die Wassersäule am Grunde einer Capillarröhre hat die nämliche positive Spannung wie das umgebende Wasser. Nach oben nimmt die Spannung ab, und auf einer Höhe von 32 Fuss ist sie gleich derjenigen, welche eine Wasserfläche in dem luftleeren Raum zeigt. Wasser unter der Luftpumpe geräth aber ins Kochen. Da der Druck in einer 32 Fuss hohen Capillarröhre in gleichem Maasse vermindert ist, wie in der Luftpumpe, so müsste in dieser

---

1) Nachträglich ist es mir unwahrscheinlich, dass die bei den erwähnten Versuchen mit Metallplatten, die horizontal auf das Wasser gelegt und durch Gewichte abgerissen wurden, gefundene Cohäsion auch auf das Verhalten des Wassers in geschlossenen Röhren angewendet werden könne.

2) Man dürfte vielleicht hiegegen einwenden, dass der Moleculardruck nicht bloss an den freien Wasseroberflächen wirke, sondern auch da, wo das Wasser die Wandungen berührt; letztere Annahme scheint mir nicht gerechtfertigt, wie ich später noch zeigen werde.

Höhe Dampfbildung erfolgen und damit weiteres Steigen unmöglich werden [3]).

Bei der Bearbeitung der Mikrophysik für das von Schwendener und mir herausgegebene Buch „das Mikroskop" kam das Thema des Steigens in sehr engen Capillarröhren wieder zur Sprache, und obgleich wir zunächst keinen Grund hatten, an der Richtigkeit der eben gemachten Folgerungen zu zweifeln, so war es doch nöthig, durch Versuche hierüber Gewissheit zu erlangen. Die ersten Beobachtungen ergaben ein scheinbar günstiges Resultat.

Bevor wir an die eigentliche Frage giengen, schien es zweckmässig, zu prüfen, ob die bekannten Gesetze der capillaren Anziehung auch für mikroskopisch enge Röhrchen bis zu den äussersten Grenzen der Wahrnehmbarkeit Geltung haben. Die Höhe, bis zu welcher Flüssigkeiten in capillaren Röhren emporsteigen, steht bekanntlich, soweit die Beobachtungen reichen, im umgekehrten Verhältniss zum Durchmesser. Für eine Röhrenweite von 1 M.M. beträgt sie 30 und für eine solche von $^1/_{10}$ M.M. 300 M.M. Gilt dieses Gesetz auch für Röhren von $^1/_{1000}$ und $^1/_{10000}$ M.M. Durchmesser, so wie für noch engere, zu denen man die Molecularinterstitien der Zellmembranen rechnen kann?

Es versteht sich, dass die experimentelle Prüfung jedenfalls nicht unter eine Weite von $^1/_{1000}$ M.M. gehen kann, weil engere Lumina nicht mehr mikroskopisch zu messen sind. Die Erfahrung zeigte, dass aus anderen Ursachen nicht einmal diese Grenze zu erreichen ist.

Weil es nicht möglich ist, direkt die Steighöhe zu be-

---

3) Hiebei wurde nicht berücksichtigt, dass die Dampfbildung in einer Capillarröhre in anderer Weise erfolgen könnte als in einem weiten Gefäss, was allerdings der Fall ist. Ich werde hierauf später noch zurückkommen.

obachten, so muss man die Kraft der capillaren Anziehung bestimmen, da aus dieser auf jene geschlossen werden kann. Zu diesem Behufe wurden fein ausgezogene Glasröhrchen von 0,003—0,01 M.M. Weite mit Wasser gefüllt, dann mittelst eines Korkes in das umgebogene untere Ende A einer langen aufrechten Röhre B so eingefügt, dass die feine Spitze nach innen gekehrt war, und hierauf sorgfältig verkittet. Wurde nun in den langen Schenkel B Quecksilber eingegossen, welches die Luft unterhalb A comprimirte, so musste sich zeigen, auf welche Höhe x der Druck gesteigert werden konnte, bis das Wasser aus der Capillarröhre verdrängt und durch Luft ersetzt wurde. Die Höhe x, mit 13,6 multiplizirt, giebt die Länge einer Wassersäule von gleichem Gewicht, welche somit als das Maass der Capillaranziehung zu betrachten ist und welche die Höhe anzeigt, bis zu welcher das Wasser in dem verlängert gedachten Röhrchen emporsteigen würde. In folgender Tabelle sind die auf diese Weise erhaltenen Resultate zusammengestellt.

Durchmesser des Capillarröhrchens in M. M.	Höhe des Quecksilbers in M. M.	Höhe der entsprechenden Wassersäule in Metern.	Berechnete Steighöhe des Wassers in Metern.
0,009	230	3,11	3,33
0,008	290	3,91	3,75
0,004	520	7,02	7,5
0,003	810	10,93	10,0

Dass die beobachtete Höhe nicht genau mit derjenigen übereinstimmt, welche die Rechnung ergiebt, rührt jedenfalls zum Theil von den unvermeidlichen Fehlern in der Bestimmung des Durchmessers her; andern Theils mögen aber auch noch Ursachen mitwirken, welche sich der Beurtheilung entziehen. Das Experimentiren mit so feinen Röhrchen, wie die hier angewendeten, ist überhaupt mit Schwierigkeiten verbunden, an die man zum Voraus

nicht denken würde. Schon das Füllen derselben macht sich meist sehr schwer. Das Wasser muss auf der weitern äussern Seite so weit reichen, dass die Wirksamkeit des daselbst befindlichen breitern Meniscus gegenüber derjenigen des schmalen innern Meniscus verschwindet. Lässt man nun das Wasser an dem breitern Ende eintreten, so condensiren sich im dünnern Ende sehr häufig kleine Wassertröpfchen, welche mit luftführenden Räumen alterniren, und das weitere Füllen unmöglich machen. Lässt man das Wasser dagegen an dem engern Ende eintreten, so geht das Füllen sehr langsam vor sich, und kann, selbst wenn der Druck einer Quecksilbersäule von 700—800 M. M. zu Hülfe genommen wird, Stunden und selbst Tage erfordern. Ist endlich die Höhlung bis zu einer Weite, wo die Capillarwirkung vernachlässigt werden darf, gefüllt, so zeigt die mikroskopische Untersuchung, welche zur Controle immer angewendet werden muss, dass sich im feinen Theile der Röhre mittlerweile Luftbläschen ausgeschieden haben, welche dieselbe unbrauchbar machen. Diese Luftausscheidung tritt auch in soeben frisch gezogenen Röhren ein und zwar um so eher, je enger sie sind. Zuweilen entwickelten sich diese Luftbläschen erst nach dem Einkitten, und wir überzeugten uns nachträglich durch die mikroskopische Untersuchung hievon, nachdem sich herausgestellt hatte, dass die Capillarwirkung einen weit grössern Druck aushielt, als man erwarten konnte. Es stellte sich also die Nothwendigkeit heraus, die feinen Röhrchen nicht bloss vor, sondern auch nach dem Versuche mikroskopisch zu prüfen.

In Folge dieser Uebelstände blieben die meisten der angestellten Versuche, und insbesondere alle diejenigen erfolglos, welche mit Röhrchen von nur 0,001—0,002 M. M. im Durchmesser angestellt wurden. Diese letztern hielten einen Druck von 3—4 Atmosphären Tage lang aus. Als Grund davon liessen sich zwar in den meisten Fällen,

wenigstens theilweise, die Unterbrechungen in der Flüssigkeit, die nachträglich beobachtet wurden, ansehen. Allein sie waren doch nicht immer vorhanden, und in diesem Falle blieb die Ursache des colossalen Widerstandes unaufgeklärt.

Die Versuche ergeben also, dass Röhren, deren Durchmesser nicht unter 0,003 M. M. sinkt, rücksichtlich der Capillarkraft sich dem gewöhnlichen Gesetze fügen. Ob sich feinere Capillarröhren, wie aus den soeben erwähnten Thatsachen hervorzugehen scheint, anders verhalten und ob in denselben mit Abnahme des Durchmessers die Capillarkraft in steigender Progression zunehme, bleibt experimentell vorerst noch unentschieden.

Die Frage, ob sich die Capillarröhre wie eine Pumpe verhalte und ob unter dem Meniscus die Flüssigkeit nur so hoch steige, als es der äussere Luftdruck verlangt, konnte auf zwei Wegen entschieden werden. Entweder musste bei gewöhnlichem Luftdrucke der grösste Theil der Wassersäule durch Quecksilber ersetzt, oder es mussten die Versuche bei vermindertem Luftdrucke (unter der Luftpumpe) angestellt werden. Anfänglich wurde der erste Weg versucht, aber der bedeutenden Schwierigkeiten wegen bald verlassen. Eine mit einem beweglichen Gelenk versehene Röhre, welche horizontal gelegt und aufgerichtet werden konnte, enthielt etwa 26 Zoll Quecksilber und über demselben Wasser; auf das obere Ende wurde eine fein ausgezogene Capillarröhre von weniger als 0,003 M.M. Weite eingekittet. War die weite Röhre über dem Quecksilber bis in ihr capillares Ende mit Wasser gefüllt, so wurde die Quecksilbersäule allmählich in senkrechte Lage gebracht und somit das unter dem capillaren Meniscus befindliche Gewicht auf mehr als eine Atmosphäre gesteigert.

Die schwer zu überwindende Aufgabe bestand darin, den Raum über dem Quecksilber bis zum capillaren Meniscus mit Wasser zu füllen ohne die geringste Unterbrech-

ung durch Luft. Aber wenn auch diess gelang, so wurden doch immer, wie die Untersuchung mit starken Lupen zeigte, in dem feinen Capillarröhrenende einige Luftbläschen ausgeschieden, und in Folge dessen trat ein Zerreissen der Wassersäule und ein Sinken des Quecksilbers ein. Es ist überflüssig, auf die Methode näher einzutreten, da die Versuche ein Resultat nicht ergaben. Das Zerreissen der Wassersäule unter dem Capillarröhrchen mochte ebenso wohl durch die Luftausscheidung veranlasst werden, als man darin eine Analogie mit dem Vorgange in einer Wasserpumpe finden konnte.

Es wurde daher der andere Weg betreten, welcher durch Anwendung der Luftpumpe die Capillarröhren auf eine mässige Länge reduzirte und den Versuch somit sehr vereinfachte. Es war die Frage, ob bei dem verminderten Luftdrucke die Flüssigkeit in der Capillarröhre ebenso hoch steige als beim Druck einer vollen Atmosphäre, oder ob sie wie in einer Pumpe nur eine dem Auftriebe entsprechende Höhe erreiche. Die ersten Versuche wurden mit concentrirter Schwefelsäure angestellt; wegen der grossen Unbeweglichkeit der Flüssigkeitssäule ergaben sie zunächst keine deutlichen Resultate.

Günstiger erwies sich das Wasser. In einer Capillarröhre, deren Weite zwischen 0,22 und 0,18 M. M. variirte und deren dünneres Ende nach oben gerichtet war, stieg das Wasser bei gewöhnlichem Luftdruck bis zu einer Höhe von 160 M. M. Beim Auspumpen der Luft sank das Barometer der Luftpumpe rasch auf 4, 5—5 M.M. und während es die letzten 20 M.M. zurücklegte, sank auch die Flüssigkeit in der Capillarröhre von 160 auf 60 M.M. Es wurde nun zu wiederholten Malen etwas Luft zugelassen und hierauf wieder ausgepumpt. Die Flüssigkeitssäule in der Capillarröhre stieg jedesmal bis zur ursprünglichen Höhe und sank beim Auspumpen wieder auf das bezeichnete, dem Barometer-

stande annähernd entsprechende Niveau. Die Länge der capillaren Wassersäule betrug z. B. bei einer Quecksilberhöhe von 8—9 M.M. 110—120 M.M. und nahm in der Folge, während allmählich Luft von aussen eindrang, in nahezu entsprechendem Verhältnisse zu.

Diese Thatsachen, welche unverkennbar auf einen unmittelbaren oder mittelbaren Zusammenhang zwischen Steighöhe und Luftdruck hindeuteten, schienen die Vermuthung zu bestätigen, dass unter dem concaven Meniscus der Capillarröhre die Flüssigkeit auf gleiche Weise sich erhebe wie unter dem Kolben der Pumpe. Allein fortgesetzte Versuche mit Capillarröhren von verschiedener Weite, bei verschiedener Temperatur, mit verschiedenen Flüssigkeiten und mit verschiedenen Modificationen der Einrichtung bewiesen die Unrichtigkeit dieser Erklärung. Sie zeigten zwar alle, dass bei Flüssigkeiten, die der Verdunstung fähig sind, mit der Zu- und Abnahme des Luftdruckes die Steighöhe in der Capillarröhre wechselt, dass diese Höhe aber nicht die nämliche ist, wie der Luftdruck, wenn derselbe in eine Flüssigkeitssäule übertragen wird.

Was die Methode der Operation betrifft, so wurden die Versuche in folgender Art ausgeführt.

Eine Glasröhre von c. 350 M.M. Länge und 15 M.M. Weite, welche unten mit einem Ansatz versehen war, vermittelst dessen sie unmittelbar auf den Teller der Luftpumpe aufgesteckt werden konnte, diente als Recipient. In diese Röhre wurde ein Reagensgläschen mit etwas destillirtem Wasser, in welches die zu prüfenden Capillarröhren getaucht wurden, eingelassen und je nach Bedürfniss auf verschiedene Höhen eingestellt, was vermöge der schwachen Reibung, die durch zwei aufgekittete Korklamellen hervorgerufen wurde, leicht zu bewerkstelligen war. Die Recipientenröhre konnte oben durch einen Kautschukpfropfen hermetisch verschlossen werden, und eine Stricknadel, welche

sich in demselben auf und ab bewegen liess, diente zur Befestigung der Capillarröhrchen bei jenen Versuchen, wo dieselben erst nach dem Auspumpen der Luft in das Wasser eingetaucht wurden. Wo diess nicht der Fall, wurden die Röhrchen einfach durch eine federnde Korklamelle gesteckt. Dadurch wurden sie in beliebiger Höhe und ungefähr in der Mitte des Recipienten festgehalten, somit vor der Berührung mit dessen Wandung und vor dem Einfliessen condensirter Wasserdämpfe während der Dauer des Versuches möglichst geschützt.

Bezüglich der weitern Vorsichtsmassregeln bemerke ich noch, dass zu jedem Versuch die Capillarröhren frisch angefertigt wurden. Wenn dieselben nur einige Tage alt sind, so werden sie wegen der an ihrer Oberfläche verdichteten Luftschichte unbrauchbar, indem bei vermindertem Luftdrucke diese Luft sich ablöst und kleine Blasen bildet, die die Wassersäule unterbrechen. Alte Capillarröhren können nur dadurch brauchbar gemacht werden, dass man längere Zeit luftfreies Wasser durchzieht oder dass man sie mit Alkohol und Aether reinigt. Frisch gezogene Röhren bedürfen dieser Reinigungsmittel nicht. — Eine andere wichtige Regel besteht darin, dass man zu den Versuchen nur frisch ausgekochtes Wasser verwendet, weil sonst ebenfalls beim Entleeren der Luftpumpe sich Luftbläschen in der capillaren Wassersäule ausscheiden und das Gelingen vereiteln. — Eine Capillarröhre, in welcher mehrere Glasbläschen das Wasser unterbrechen, wird, besonders wenn sie sehr eng ist, am besten entfernt und durch eine frische ersetzt.

Ehe die Versuche und deren Ergebnisse näher dargelegt werden, dürfte es zweckmässig sein, die möglichen Ursachen, welche auf das Sinken der Flüssigkeit in der Capillarröhre beim Auspumpen der Luft Einfluss haben könnten, zu prüfen, weil von dem Resultat dieser Prüfung

die später mitzutheilenden Versuche wesentlich bedingt wurden.

Das Nächstliegende ist die Annahme, es möchte der Rückschlag der aus der Capillarröhre langsamer ausströmenden Luft das Niveau der Flüssigkeit in derselben herabdrücken. Da nämlich beim Auspumpen die Luft aus dem Recipienten schneller abfliesst als aus der Capillarröhre, so muss die vermehrte Spannung in der letztern einen entsprechenden Druck ausüben. Doch lässt schon a priori die Berücksichtigung der wirkenden Kraft und der in Bewegung zu setzenden Masse nur einen sehr geringen Effekt erwarten; und die experimentellen Thatsachen beweisen, dass derselbe ganz vernachlässigt werden kann.

In einem bestimmten Falle z. B. betrug die Steighöhe des Wassers in der Capillarröhre 151 M.M.; das leere Ende der letztern ragte noch um 116 M.M. vor; die Temperatur war 6° C. Beim Auspumpen blieb das Niveau in der Capillarröhre unbeweglich, bis der Barometerstand unter 8 M.M. zurückgieng. Wurde in den bis auf 20 M.M. Barometerstand ausgepumpten Recipienten plötzlich Luft eingelassen, so stieg jenes ebenso plötzlich um 1 M.M. und sank dann langsam (in 1—2 Minuten) auf seinen frühern Stand. Wurde darauf die Verbindung zwischen dem lufterfüllten Recipienten und dem entleerten Hohlraum der Luftpumpe durch Drehen des Hahns plötzlich hergestellt, so fiel das Niveau in der Capillarröhre rasch um etwa 3/4 MM., um dann wieder langsam auf die ursprünglichen 151 M.M. sich zu erheben.

Soeben wurde erwähnt, dass das Niveau sich nicht regte, bis das Barometer unter 8 M.M. hinabgieng; dann sank es aber auch bei langsamem Pumpen fortwährend. Wenn nun die Spannungsdifferenzen zwischen der Capillarröhre und dem Recipienten, welche bei einer plötzlichen Aenderung des Barometerstandes von 20 auf 760 M.M. oder von

760 auf etwa 50 M.M. eintreten, bloss die Erhebung und Senkung des Niveau's um 1 und $^3/_4$ M.M. bedingen, so ist es ganz gewiss, dass das langsame Sinken des Barometers um 1 und 2 M.M. nur eine unendlich kleine, für den Beobachter gänzlich unbemerkbare Verschiebung zur Folge hat.

Dass die Ursache des Sinkens nicht im Rückstoss der ausströmenden Luft zu suchen sei, geht ferner auch aus denjenigen Versuchen hervor, bei welchen die Capillarröhre erst nach vorhergegangenem Auspumpen und nach längerem Verweilen in dem verdünnten Raume des Recipienten eingetaucht wurde. Das Wasser stieg in diesem Falle nur bis zu jener Höhe, bei welcher es sonst nach dem Sinken stehen blieb, und erreichte erst nach dem Einlassen von Luft das dem Durchmesser der Capillarröhre entsprechende Niveau, welches beispielsweise um 30, 50 oder 100 MM. höher lag. Bei abermaligem Auspumpen sank es genau auf jene ursprüngliche Steighöhe zurück und nicht unter dieselbe; die ausströmende Luft hatte also keinen sichtbaren Effekt.

Man könnte ferner, wenn man das Steigen in Capillarröhren mit Laplace von dem Moleculardruck der oberflächlichen Flüssigkeitsschichten ableitet, die Vermuthung hegen, dass eine Modification der die Flüssigkeit bedeckenden Gase diesen Moleculardruck veränderte. Obgleich diess schon desswegen unwahrscheinlich ist, weil in der Theorie von Laplace die berührenden Gase keine Berücksichtigung finden, so musste doch die Möglichkeit ins Auge gefasst werden. Denn es ist sicher, dass bei unsern Versuchen das Wasser im Recipienten an atmosphärische Luft, die viel Wasserdampf enthält, das Wasser in der Capillarröhre dagegen bloss an Wasserdampf grenzt. Folgende Thatsache beweist aber, dass der Contakt verschiedener Gase keinen Einfluss auf die Steighöhe bei der Capillarröhre hat. Diese letztere bleibt die nämliche, wenn man das Wasser, in welchem die Capillarröhre steht, mit einer Oelschicht be-

deckt, wenn man also den Einfluss der Gase auf der einen Seite ganz eliminirt.

Es bleibt jetzt nur noch eine äussere Ursache übrig, welche das Sinken der Flüssigkeit in der Capillarröhre bewirken kann, nämlich die Spannung der durch die Verdunstung gebildeten Dämpfe. Wenn dieselbe zur Erklärung der Erscheinungen nicht ausreichen sollte, so müssten noch innere Ursachen aufgesucht werden.

Unter der Luftpumpe findet sowohl an der Oberfläche des Wassers im Reagensgläschen als am Meniscus der Capillarröhre eine lebhafte Verdunstung statt. Die am erstern Ort gebildeten Dämpfe vertheilen sich sogleich in dem Recipienten, während die hier gebildeten langsamer aus der engen Capillarröhre entweichen und daher einen grössern Druck ausüben. Diese Differenz in der Spannkraft der Dämpfe wird zwar nur gering sein; bei einer Temperatur von 10° C. kann sie im höchsten Grad einer Quecksilbersäule von 9 M.M. gleich kommen. Man möchte nun aus dem vorhin erwähnten geringen Effekt, den eine sehr grosse Differenz des Luftdruckes zur Folge hat, den Schluss ziehen, dass ein so unbedeutender Unterschied in der Dampfspannung ebenfalls zu vernachlässigen sei. Diess wäre jedoch unrichtig; es können die beiden Fälle überhaupt nicht mit einander verglichen werden, da die Differenz des Luftdruckes nur einmal und momentan, die Differenz der Dampfspannung dagegen dauernd wirkt.

Beiläufig mag hier bemerkt werden, dass die Verdunstung des Wassers in den Capillarröhren sehr lebhaft ist. Sie ist selbst, wie die später mitzutheilenden Versuche zeigen werden, viel lebhafter, als an einer ebenen Wasseroberfläche von gleicher Grösse. Dagegen kommt es in den Capillarröhren unter der Luftpumpe nie zum Kochen, selbst dann nicht, wenn in dem Reagensgläschen in Folge der

lebhaften Verdunstung Eisbildung an der Oberfläche und heftiges Aufwallen unter derselben eintritt.

Um nun zu ermitteln, welchen Antheil die Spannkraft der entwickelten Dämpfe an dem Sinken des capillaren Niveaus unter der Luftpumpe habe, stellten wir verschiedene Versuche an. Vor Allem aus waren einerseits bei gleicher Verdunstung Capillarröhren mit leeren Enden von ungleicher Länge und Weite, anderseits bei gleicher Beschaffenheit der Capillarröhren Flüssigkeiten mit ungleich lebhafter Verdunstung zu vergleichen.

Aus einem engen und langen Röhrenende, das sich über dem capillaren Meniscus befindet, muss der Dampf langsamer abfliessen als aus einem weiten und kurzen Ende. Dort muss er demnach ceteris paribus eine grössere Spannkraft erreichen und das Niveau der Flüssigkeit tiefer hinabdrücken als hier. Diess wird ohne Ausnahme durch die Thatsachen bestätigt. Besonders interessant sind die Versuche, bei welchen die nämliche Capillarröhre ein ungleich langes Ende über dem Meniscus hatte. Ich theile einige derselben mit.

1) Weite der Capillarröhre 0,212 M.M. Temperatur 4° C. Die Luftpumpe wurde bis auf 3,5 M.M. Barometerstand entleert und dann die Capillarröhre eingetaucht. Das Wasser stieg 98 M.M. hoch; nach dem Einlassen von Luft auf 141 M.M. Auspumpen auf einen Barometerstand von 3,5 M.M. hatte wieder ein Sinken auf 98 M.M. zur Folge. Differenz 43 M.M. Die Capillarröhre über der Wasseroberfläche des Reagensgläschens war 251 M.M. lang und das leere Ende über dem Niveau hatte bei dem Drucke einer Atmosphäre eine Länge von 110 M.M., bei dem Barometerstand von 3,5 M.M. eine Länge von 208 M.M.

Die Capillarröhre wurde dann um 108 M.M. verkürzt, so dass das leere Ende über dem Meniscus bloss 2 M.M. lang war. Beim Auspumpen auf einen Barometerstand von

3,5 M.M. sank das Niveau in 15 Minuten bloss um $1^1/_2$ M.M.

2) Weite der Capillarröhre 0,215 M.M. Temperatur 15° C. Beobachtete Steighöhe beim Druck einer Atmosphäre 136 M.M. Rasches Auspumpen auf einen Barometerstand von 4 M.M. machte auf 32 M.M. fallen; Differenz 104 M.M. Das leere Ende über dem capillaren Niveau war ungefähr 100 M.M. lang.

Die Capillarröhre abgebrochen, so dass die 127 M.M. lange Wassersäule in derselben bis ans Ende reichte. Langsames und rasches Pumpen liess dieselbe während 5 Minuten ganz unbeweglich.

3) Weite der Capillarröhre 0,194 M.M. Temperatur 15° C. Beobachtete Steighöhe bei einer Atmosphäre 150 MM. Die Capillarröhre abgebrochen, so dass die 149 M.M. lange Wassersäule bis oben reichte. Ausgepumpt bis auf einen Barometerstand von 6 M.M.; das Niveau der Capillarröhre rührte sich nicht. Während längern Pumpens erniedrigte es sich äusserst langsam, so dass es nach 15 Minuten 3 M.M. unter dem obern Rand sich befand. Dann fieng es an rasch zu sinken bis auf 110 M.M. Höhe; ein zweites Mal auf 89 M.M. Höhe. Differenz von der normalen Steighöhe 40 und 61 M.M.; Barometerstand 6 M.M.

Die Capillarröhre wurde noch einmal etwas verkürzt, so dass die 145 M.M. lange Wassersäule bis ans Ende reichte. Die Entleerung der Luftpumpe auf einen Barometerstand von 5—6 M.M. bewirkte zuerst keine Veränderung. Dieser Barometerstand wurde durch unterbrochenes Pumpen während 20 Minuten unterhalten. Das Niveau sank während dieser Zeit um 5 M.M., und zwar anfänglich in etwa 6 Minuten, zuletzt in etwa 3 Minuten um je 1 M.M. Dann beobachtete man ein langsames Niedergehen, das immer schneller wurde, bis die Wasserhöhe in der Capillar-

röhre bloss noch 10 M.M. betrug. Differenz von der normalen Steighöhe 140 M.M.

Von der Röhre wurde abermals ein kurzes Stück abgebrochen. Die bis zur Spitze reichende Wassersäule hatte eine Länge von 138 M.M. Die Luftpumpe wurde auf einen Barometerstand von 4,5 M.M. entleert und durch periodisches Pumpen auf diesem Stande erhalten, so dass nach 8 bis 10 Kolbenzügen Ruhe von 3 bis 4 Minuten eintrat. Nach jedesmaligem Pumpen und der darauf folgenden Ruhezeit sank das Niveau um 1 M.M., so dass es nach 30 bis 35 Minuten 9 M.M. tiefer stand als anfänglich. Sodann trat bei abermaligem Pumpen erst langsames, dann immer schnelleres Sinken ein, so dass das Niveau auf 0 (d. h. auf gleicher Höhe mit dem Wasser in dem Reagensgläschen) stand. Differenz gegenüber der normalen Steighöhe 150 M.M. Nachdem etwas Luft eingelassen worden und das Wasser auf eine Höhe von 106 M.M. gestiegen war, gieng es bei abermaligem Pumpen wieder auf Null herunter.

4) Weite der Capillarröhre 0,198 M.M. Temperatur 6° C. Beobachtete Steighöhe bei 1 Atmosphäre 151 M.M.; leeres Ende über dem capillaren Niveau 116 M.M. Steighöhe bei 8 M.M. Barometerhöhe 23 M.M.; Differenz 128 M.M.; leeres Ende über dem capillaren Niveau 244 M.M.

Capillarröhre so abgebrochen, dass die 149 M.M. hohe Wassersäule bis ans obere Ende reichte. Ausgepumpt und der Barometerstand fortwährend auf 4 bis 5 M.M. erhalten. Das Niveau erniedrigte sich äusserst langsam; es bedurfte $^5/_4$ Stunden, um 5 M.M. abwärts zurückzulegen. Erst jetzt fieng es an langsam, dann immer rascher zu sinken.

Es wäre überflüssig, noch andere Versuche anzuführen. Bei allen zeigte sich die nämliche Erscheinung, dass in einer Capillarröhre, in welcher das Wasser bis zum obern Rand hinaufreichte, beim Entleeren der Luftpumpe anfangs gar keine Veränderung, dann aber ein so langsames Sinken

eintrat, dass in 6 bis 25 Minuten kaum der erste Millimeter zurückgelegt wurde. Diese für das Auge nicht unmittelbar wahrnehmbare Bewegung dauert nach Umständen längere oder kürzere Zeit an; sie wird zunächst dadurch bedingt, dass zeitweise eine grössere Menge Wasser verdunstet, als durch die Capillarität ersetzt werden kann. Das Steigen in den engen Capillarröhren geht nämlich im untern Theil ausserordentlich schnell, zu oberst aber sehr langsam vor sich. Dabei ist jedoch zu bemerken, dass wenn in einem Zeitmoment durch raschere Verdunstung das capillare Niveau sich etwas gesenkt hat, es diese Stellung behält, wenn auch nachher die Verdunstung wieder abnimmt und der Barometerstand unter der Luftpumpe steigt. Dieses Factum gehört einer ganzen Kategorie von capillaren Erscheinungen an, welche dadurch charakterisirt ist, dass das Niveau der Flüssigkeit ein gewisses Beharrungsvermögen besitzt und dass zur Aenderung desselben die Umstände, die sonst einen andern naheliegenden Stand bedingen, nicht ausreichen, sondern dass dafür ein grösserer oder kleinerer Kraftüberschuss erforderlich ist.

Das dem Auge sichtbare Sinken in der abgebrochenen Capillarröhre tritt je nach den Umständen früher oder später ein. Bei einer Temperatur von 15° C. genügte dafür schon ein leeres Röhrenende, das 15 mal länger war als sein Durchmesser (Versuch 3). Bei einer Temperatur von 6° C. musste es 25 mal so lang sein (Versuch 4). Dieses Sinken beginnt ferner um so früher, je mehr die Wassersäule der normalen Länge gleichkommt. Beim dritten Versuch hatte nach mehrmaligem Abbrechen der Capillarröhre die Wassersäule 8 Procent weniger als die normale Länge. Das leere Ende musste 45 mal so lang werden als sein Durchmesser, um das sichtbare Sinken zu veranlassen, während bei normaler Länge der Wassersäule die 15 malige Länge dazu genügt hatte.

Die andere Frage war die, wie sich Flüssigkeiten mit ungleich lebhafter Verdunstung unter der Luftpumpe verhalten. Die Versuche gaben die Antwort, dass nicht verdunstende Flüssigkeiten (concentrirte Schwefelsäure, fette Oele) in den Capillarröhren unbeweglich bleiben, und dass die übrigen um so schneller und tiefer sinken, je energischer die Verdampfung eintritt. Wenn man mit der nämlichen Flüssigkeit, nämlich mit destillirtem Wasser operirt, so beobachtet man, unter übrigens gleichen Umständen, ein um so bedeutenderes Fallen des Niveau, je höher die Temperatur und je tiefer der Barometerstand ist. Diess ergiebt sich aus einer Menge von Thatsachen. Doch lassen sich die einzelnen Factoren nicht genau in Ziffern angeben, da es schwer ist, ganz gleiche Bedingungen herzustellen.

Es mögen hier einige Beispiele folgen, welche wenigstens im Allgemeinen einen Begriff von den Erscheinungen geben.

Temperatur.	Barometer.	Steighöhe.	Steighöhe bei 1 Atmosph.	Differenz.	Weite der Capillarröhre.
3° C.	2,4	88	141	53	0,212
3°	3	97	141	44	0,212
3,7°	3,4	69	129	60	0,241
3,7°	4,5	96	129	33	0,241
6,3°	1,7	87	187	100	0,162
7,5°	2	28	128	100	0,233
7,5°	2,3	14	48	34	0,625
7,5°	1	3	48	45	0.625
7,2°	5	34	55	21	0,550
7,2°	1	14	55	41	0,550
8°	9	70	75	5	0,400
8°	6,5	63	75	12	0,400
8°	3,5	44	75	31	0,400
8°	1,5	18	75	57	0,400
15°	4	10	150	140	0,190
16°	4	0	150	150	0,190

Es machen diese Angaben, wie schon gesagt, keinen Anspruch darauf, genau vergleichbare Ziffern zu geben, da die Steighöhe noch von einigen Factoren abhängt, die in der Tabelle durch keine Zahlenwerthe angegeben werden konnten. Es gehört hieher ausser der Länge und Weite des leeren Capillarröhrenendes noch der Umstand, ob lang-langsames oder rasches Pumpen vorausgieng und ob in dem Gasgemenge, welches den Barometerstand bedingt, mehr oder weniger Wasserdampf enthalten ist. Diese Punkte werden später erörtert werden.

Was den Einfluss des Barometerstandes betrifft, so ist es bekannt, dass die Verdunstung des Wassers mit Abnahme des Luftdruckes zunimmt; die Verhältnisse der Progression sind nicht ermittelt. Aus einigen Versuchen, die wir zu anderm Zwecke anstellten, ergab sich, dass die Verdunstungsmengen bei sehr niedrigen Barometerständen ungemein rasch zunehmen. Bei 8° C. war die Verdunstung äusserst langsam, solange das Barometer über 6 bis 7 M.M. stand, sodass während längerer Zeit eine Erniedrigung der Wassersäule in einer unten geschlossenen Capillarröhre nicht bemerkbar wurde. Als das Barometer auf 1 bis 1,5 M.M. gesunken war, so verdunsteten in einer Röhre von 0,120 M.M. Durchmesser 7 M.M. während 5 Minuten.

Uebereinstimmend mit der soeben erwähnten Thatsache, beobachteten wir bei allen Versuchen, dass das Sinken des Niveau's in den Capillarröhren erst bei einem sehr niedrigen Barometerstand beginnt. Pumpt man z. B. auf 10 M.M. Quecksilberhöhe aus, und erhält man diese Verdünnung während längerer Zeit, so bleibt die capillare Wassersäule vollkommen unbeweglich. Die Verdunstung ist so gering, dass sie ein Sinken derselben nicht zur Folge hat. Wird die Luftpumpe dagegen stärker entleert, so tritt ein bestimmter Grad der Verdünnung ein, bei welchem die Er-

niedrigung sichtbar wird. Einige Beispiele mögen diess anschaulich machen.

Barometerst. b. Beginn d. Sink.	Temperatur.	Durchmesser der Röhre.	Leeres Röhrenende.	Steighöhe.
12 M.M.	15°	0,215	lang	normal
5	15°	0,190	6 M.M.	N—7 M.M.
6	15,5°	0,190	5 M.M.	N—10 M.M.
8	8°	0,172	lang	normal
9	8°	0,233	lang	normal
5	6,5°	0,162	13 M.M.	normal
4	6°	0,198	5 M.M.	N— 7 M.M.
5	5°	0,183	lang	normal
4,5	4°	0,241	lang	normal

In der letzten Columne ist die Steighöhe angegeben, bei welcher das Sinken anfängt. Bei längerem leeren Röhrenende ist es die normale Höhe (N). In den abgebrochenen Röhren mit kurzem leeren Ende ist sie geringer (N—7 M.M. etc.). Je mehr von der normalen Steighöhe mangelt, um so grösser muss die Kraft sein, welche das Sinken hervorbringt, um so höher also die Temperatur oder um so niedriger der Barometerstand. — In dem ersten Beispiel war bei 13 M.M. Quecksilberhöhe die Wassersäule der Capillarröhre noch ganz unverändert. Ein schwacher Kolbenzug, der das Barometer auf 12 M.M. erniedrigte, bewirkte ein ziemlich rasches Sinken um 4—6 M.M. So wie das Barometer wieder auf 13 M.M. hinaufgieng, nahm auch das capillare Niveau seinen ursprünglichen Stand wieder ein. Diess Experiment wurde mit dem nämlichen Erfolg mehrmals wiederholt.

Wenn man die Capillarröhre erst nach Entleerung der Luftpumpe eintaucht, so erhält man den soeben erwähnten entsprechende Resultate. Hat nämlich die Verdünnung der Luft einen gewissen Grad nicht erreicht, so steigt nach

dem Eintauchen das Wasser in der Capillarröhre auf die nämliche Höhe wie bei dem Druck einer ganzen Atmosphäre. Eine Röhre von 0,198 M.M. Durchmesser wurde bei einem Barometerstand von 6,5 M.M. und einer Temperatur von 6° C. in Wasser gebracht. Das Niveau stieg 151 M.M. hoch; bei einer Atmosphäre gieng es nicht höher. Es behauptete auch diesen Stand, als während längerer Zeit bei langsamem Pumpen das Barometer auf 6,5 M.M. erhalten blieb. Dagegen sank es, als durch Erwärmen des Recipienten mittelst der Hand die Temperatur etwas erhöht wurde. Eintauchen bei 5 M.M. Barometerhöhe bewirkte bloss eine Steighöhe von etwas über 100 M.M.

Der Einfluss der Wärme giebt sich bei allen Versuchen deutlich kund, indem unter übrigens gleichen Verhältnissen bei höherer Temperatur das Sinken des Niveaus theils früher beginnt, theils einen tiefern Grad erreicht. Auch bei gewöhnlichem Luftdruck hat die Wärme auf die Steighöhe in den Capillarröhren Einfluss, wiewohl er lange nicht so in die Augen springt wie bei den Versuchen unter der Luftpumpe. Doch kann man bei drei leicht herzustellenden Temperaturgraden nämlich bei Null, bei 15—20° und in der Nähe des Siedepunktes deutliche Verschiedenheiten beobachten.

Der Zusammenhang zwischen Verdunstung und Steighöhe zeigt sich auch sehr auffallend, wenn man andere Flüssigkeiten mit Wasser vergleicht. Bei Alcohol und Aether beginnt das Sinken des capillaren Niveaus bei einem höhern Barometerstand und bei einem niedrigeren Temperaturgrad.

Alcohol von 96—97 Grad stieg bei 5° C. und bei dem Druck einer Atmosphäre in einer Röhre von 0,105 M.M. Durchmesser auf 107 M.M. Das leere Ende über diesem Niveau war 173 M.M. lang. Als bei langsamem Pumpen das Barometer auf 16 M.M. hinabgieng, so fieng das Niveau an rasch zu sinken, und hatte noch eine Höhe von 12 M.M.

(Differenz 95 M.M.) bei 9 M.M. Barometerhöhe, also bei einem Druck und einer Temperatur, bei welcher eine Wassersäule noch unbeweglich ist.

In einer andern Röhre von 0,112 M.M. Weite stieg der Alcohol bei einer Temperatur von 6,4° C. auf 100 M.M. Das leere Ende über diesem Stand hatte eine Länge von 100 M.M. Bei langsamem Pumpen begann das Sinken, als der Barometerstand auf 20 M.M. sich erniedrigt hatte, und als derselbe bei 8,5 M.M. angelangt war, so stand der Alcohol bloss noch 11 M.M. hoch in der Capillarröhre. Als das Pumpen eingestellt wurde, so stieg das Niveau mit dem Barometer, und erreichte seine normale Höhe, sobald der Barometerstand 20 M.M. betrug.

Die nämliche Capillarröhre wurde, nachdem sie entleert und wieder in den Recipienten gebracht worden war, erst eingetaucht, nachdem die Luftpumpe evacuirt und der Barometerstand während einiger Zeit auf 8—9 M.M. erhalten worden war. Das Niveau stieg langsam auf 12 M.M. Der Barometerstand wurde dann auf 8, 6 und 4 M.M. erniedrigt und längere Zeit auf diesem Stande erhalten; das capillare Niveau gieng nicht unter 11 M.M. — Die gleiche Röhre wurde noch einmal entleert und dann erst eingetaucht, nachdem bis auf einen Barometerstand von 4 M.M. ausgepumpt worden war. Das Niveau erhob sich jetzt allmählich auf 11 M.M.

Aether stieg bei 9,5° C. und dem Druck einer Atmosphäre in einer Röhre von 0,217 M.M. Durchmesser auf 47 M.M. Das leere Ende über diesem Niveau war über 100 M.M. lang. Bei sehr langsamem Pumpen fieng das Sinken schon an, als der Barometerstand noch 270 M.M. betrug. — Das Herabdrücken des capillaren Niveau's durch die Spannkraft der Aetherdämpfe kann man auch bei gewöhnlichem Luftdrucke beobachten, wenn man eine Capillarröhre das eine Mal mit offenem, das andere Mal mit bei-

nahe oder gänzlich geschlossenem Ende zu den Versuchen anwendet. Eine Capillarröhre von 0,177 M.M. Durchmesser wurde bei 16° C. in eine ziemlich feine (doch noch offene) Spitze ausgezogen und in Aether gestellt; die Steighöhe war 53 M.M. Dann wurde die Spitze abgebrochen; das Niveau stand jetzt 55 M.M. hoch. Diess wurde mit dem gleichen Erfolge wiederholt. Eine andere Röhre, in gleicher Weise behandelt, zeigte die Steighöhen 43 und 45 M.M. — In einer Capillarröhre, in welcher bei offenem Ende das Niveau 50 M.M. hoch stand, sank dasselbe, nachdem das Ende mit Wachs verklebt worden, auf 47 M.M.

Alle bis jetzt erwähnten Thatsachen beweisen, dass die Steighöhe in den Capillarröhren bei vermindertem Luftdrucke desswegen sich erniedrigt, weil die Verdunstung lebhafter wird. Es bleibt aber noch zweifelhaft, ob es die Spannkraft der Dämpfe allein sei, welche das capillare Niveau herunterdrückt, oder ob vielleicht innere Ursachen mitwirken. Um diess zu ermitteln, wurde eine Reihe fernerer Beobachtungen angestellt, welche in einer folgenden Mittheilung dargelegt werden sollen.

---

26. Die systematische Behandlung der Hieracien rücksichtlich des Umfanges der Species.

(Vorgetragen den 21. April 1866.)

Ich habe in meiner Mittheilung vom 10. März die systematische Behandlung der Gattung Hieracium erörtert, insoferne es die Unterscheidung von Haupt- und Zwischenformen betrifft. Eine andere Frage ist die, wie weit der Begriff der Art gefasst werden soll? Welche Hauptformen und welche Zwischenformen als Species getrennt, welche als als Varietäten in eine Species vereinigt werden müssen.

Hieracium Pilosella, H. Hoppeanum, H. Peleterianum, H. Pseudopilosella sind Hauptformen, keine derselben kann als Zwischenform irgend welcher anderer Formen angesehen werden. Sollen wir sie als ebenso viele Arten, oder als Varietäten Einer Art aufführen? Sollen wir Hieracium murorum und H. vulgatum, um anderer verwandter Formen nicht zu erwähnen, spezifisch trennen oder vereinigen? Sind Hieracium Auricula und H. glaciale, H. amplexicaule und H. pulmonarioides, H. boreale und H. sabaudum als Species oder als Varietäten zu betrachten?

Dass die Zwischenformen nicht als Varietäten den Hauptformen untergeordnet werden dürfen, sondern dass sie denselben coordinirt werden müssen, habe ich in meiner frühern Mittheilung nachgewiesen. Allein nun frägt es sich ferner, wie sie mit Rücksicht auf ihr gegenseitiges Verhältniss zu behandeln seien, und zwar in doppelter Beziehung:

1) Zwischen 2 Hauptformen giebt es mehrere Zwischenformen; sollen dieselben als eine oder als mehrere Arten aufgeführt werden? Hieracium albidum und H. prenan-

thoides sind durch eine Reihe wenig bekannter Zwischenformen verbunden. Ist die ganze Reihe als eine Species zu behandeln oder in mehrere zu trennen? Wie ist es mit den Zwischenformen von H. murorum und H. alpinum, H. murorum und H. villosum, H. Pilosella und H. praealtum etc. zu halten? Die Autoren haben diese Zwischenglieder bald als eine, bald als zwei und drei Arten aufgezählt.

2) Zwischen zwei Hauptformen, die als Arten getrennt werden, aber einander sehr nahe stehen, und einer dritten Hauptart giebt es Zwischenformen; sollen dieselben spezifisch getrennt oder vereinigt werden? Die Zwischenform von H. Auricula und H. aurantiacum ist derjenigen von H. glaciale und H. aurantiacum sehr ähnlich. Die Zwischenform von H. Pilosella und H. pratense steht derjenigen von H. Pilosella und H. aurantiacum habituell und in den Merkmalen sehr nahe. Sind dieselben als zwei Arten, oder als zwei Varietäten Einer Art aufzuführen?

Stellen wir uns zur Beantwortung aller dieser Fragen auf einen ganz voraussetzungslosen Standpunkt, so werden wir sagen, dass über den Werth einer Form nur die Constanz entscheidet. In dieser Forderung müssen, sowie es sich um die Praxis handelt, Alle übereinstimmen, zu welcher Theorie sie sich auch bekennen mögen. Einer Form, die durch eine längere Reihe von Generationen sich constant erhält, wird immer auch ein grösserer systematischer Werth beigelegt werden.

Man spricht zwar häufig auch von wesentlichen und unwesentlichen Merkmalen. Species seien diejenigen Formen, welche sich durch wesentliche, Varietäten, die sich nur durch unwesentliche Merkmale unterscheiden. Es ist diess ein überkommener Ausspruch, der ziemlich gedankenlos wiederholt wird. Was ist eine systematisch wesentliche

Eigenschaft anders als eine solche, die sich durch die Constanz bewährt? Wir können von keiner morphologisch oder physiologisch noch so wichtigen Erscheinung zum voraus behaupten, dass sie auch in systematischer Beziehung wesentlich sein müsse. Vielleicht gehört sie bloss einer unbedeutenden Varietät, vielleicht selbst einer individuellen Modification an. Das nämliche Merkmal ist bei einer Pflanze wesentlich und bei einer nahe verwandten andern Pflanze erweist es sich als unwesentlich, was wir aber nur daraus erkennen, dass es bei jener constant, bei dieser variabel ist.

Der Begriff der Constanz ist im Prinzip ganz scharf. Er wird durch die Zahl der Generationen oder überhaupt durch die Zeit bestimmt, während welcher unter verschiedenen äussern Bedingungen eine Eigenschaft unverändert bleibt. Aber wie klar auch die Definition sei, eben so schwierig ist die Anwendung, ebenso unklar und verworren der Sprachgebrauch. In der That, wenn von einem constanten Merkmal gesprochen wird, so wissen wir sehr oft nicht, welche Bedeutung wir diesem Worte beilegen sollen.

Der Ausdruck Constanz wird nicht bloss dann gebraucht, wenn eine Eigenschaft während einer Reihe von Jahren sich nicht verändert. Er hat noch eine andere Bedeutung. Der Systematiker nennt ein Merkmal beständig, wenn es bei allen Individuen, die er gesehen hat, das gleiche ist. Eine südamerikanische oder neuholländische Pflanzenform, welche in den 50 Exemplaren, die in den europäischen Herbarien liegen, keine Abweichungen zeigt, heisst constant.

Wir haben also eine doppelte Constanz, eine zeitliche und eine räumliche. Jene ist unserer Beobachtung nur in sehr seltenen Fällen unmittelbar zugänglich. Wenn von Beständigkeit gesprochen wird, so ist es in der Regel die räumliche, welche man eigentlich meint.

Beide Begriffe stehen in einer gewissen Beziehung zu

einander. Wenn ein Merkmal durch eine Reihe von Generationen constant bleibt, so muss es auch in allen denjenigen Individuen das nämliche sein, welche von dem einzigen oder den mehreren unter einander gleichen Individuen der ersten Generation herstammen. Die zeitliche Constanz hat also immer die räumliche zur Folge. Die letztere ist die abgeleitete. Frägt es sich, in wiefern man aus ihr auf jene zurückschliessen könne, so ist dabei besonders zweierlei zu berücksichtigen.

Nur wenn ein Merkmal in allen Individuen einer Pflanzenform vorhanden ist, so dürfen wir annehmen, dass es auch in den frühern Generationen schon existirt habe. Wäre es in einem Theil der Individuen so, in einem andern anders beschaffen, so wüssten wir nicht, wie viel Zeit es braucht, um die eine Modification in die andere überzuführen, und ob vielleicht dieser Wechsel selbst von einer Generation zur nächst folgenden eintritt. Es ist daher immer gewagt, von einer beschränkten Zahl von Pflanzen auf die Beständigkeit einer Form zu schliessen.

Ferner dürfen wir von einem Merkmal, das in allen Individuen einer Pflanzenform sich findet, nur dann auf eine nothwendige Constanz in der Generationenfolge schliessen, wenn dasselbe nicht durch die äussern Einflüsse bedingt wird. Eine Pflanze, die auf einer sterilen sandigen Haide schmächtige wenigblüthige Exemplare bildet, wird natürlich, solange sie auf dieser Localität bleibt, durch alle Generationen beständig sein. Aber es ist diess nicht die wahre Constanz; denn auf einem fruchtbaren Boden verändert sie sich. So verhält es sich mit den gedrungenen und stengellosen Formen der nivalen Region und mit vielen andern Beispielen.

Wir werden also von der räumlichen auf die zeitliche Constanz mit voller Berechtigung nur dann schliessen, wenn eine Eigenschaft oder ein Complex von Eigenschaften in

allen Individuen und auf den verschiedenartigsten Standorten unverändert auftritt.

Aus dem Gesagten geht hervor, dass wir für die Beurtheilung des systematischen Werthes einer Pflanzenform im Allgemeinen zwei Kriterien haben. Entweder wird die zeitliche Constanz, um die es sich allein handelt, auf direktem Wege geprüft, oder man zieht auf indirektem Wege aus der räumlichen Constanz einen Schluss auf dieselbe. Die Mittel dazu sind die Kulturversuche und die Beobachtungen in der freien Natur. Es ist selbstverständlich, dass nur die erstern einen absolut sichern Beweis zu geben vermögen, vorausgesetzt, dass sie überhaupt in der Weise, wie es nothwendig ist, ausgeführt werden könnten. Da diess aber, wie die Berücksichtigung der thatsächlichen Verhältnisse ergiebt, unmöglich ist, so werden wir vorzugsweise auf die Beobachtung der Vorkommensverhältnisse angewiesen.

Es giebt wohl kaum einen Grundsatz, der häufiger ausgesprochen wird und allgemeinere Anerkennung findet, als der, dass die Constanz der Formen durch Kulturversuche geprüft und erprobt werden müsse. Allein es kann nicht in Abrede gestellt werden, dass über denselben nicht immer die nöthige Klarheit herrsche und dass er nicht stets mit gehöriger Kritik angewendet werde. Man findet so häufig bei einer neuen oder zweifelhaften Art die Angabe, es habe dieselbe sich so und so viele Jahre im Garten unverändert erhalten, woraus geschlossen wird, dass es eine „gute Species" sei. Auch die Hieraciologen haben sich nicht selten dieses Arguments bedient. So sagt z. B. Fries, „er habe die sehr ähnlichen Hieracium amplexicaule und H. pulmonarioides in einer Kultur von 30 und mehr Jahren gut begrenzt erfunden", oder „er betrachte H. fragile Jordan, obgleich kaum durch ein gutes Merkmal kenntlich, für eine besondere Art, weil sie in 10jähriger Kultur ihren

eigenthümlichen Habitus behalten habe", etc. Ebenso bemerkt F. Schultz: „Ich halte Hieracium Peleterianum Merat. für eine gute Art; ich habe sie seit 10 Jahren neben H. Pilosella in Kultur und diese beiden Pflanzen haben hier alle ihre Merkmale behalten".

Bei solchen Angaben ist mit Rücksicht auf die herrschenden Ansichten über die Vererbung der Merkmale zu bedauern, dass nicht gesagt wird, ob die Pflanze als Stock aus der Wildniss in den Garten versetzt oder aus Samen erzogen wurde, ferner ob eine wiederholte Aussaat stattgefunden hat oder nicht, endlich aus welcher Gegend und von welcher Localität die Pflanze herstammte. Je nachdem mit Rücksicht auf diese Punkte es sich so oder anders verhält, muss eine mehrjährige Kultur, eine ziemlich verschiedene Bedeutung erhalten. Möglicherweise hat man am Ende der Versuchsperiode noch den nämlichen Pflanzenstock, der aus der Wildniss geholt wurde. Meistens kultivirt man die zweite Generation der wilden Pflanze, diese als erste Generation gesetzt. Man könnte nach 10jähriger Kultur aber auch die sechste Generation erreichen, wenn wir für jede zwei Jahre ansetzen; und nur in diesem Falle könnte das höchste Maass der Veränderungen eintreten, welches für eine 10jährige Kultur überhaupt möglich ist. In dieser letztern Weise ist aber in dem nämlichen Garten bis jetzt gewiss nie ein Hieracium kultivirt worden. — Stammt die Pflanze aus der Nähe, sodass möglicher Weise die klimatischen und die Bodenverhältnisse der natürlichen Localität fast identisch sind mit denen des Gartens, in welchem die Kulturversuche angestellt werden, so ist kaum eine Aussicht auf eine Veränderung vorhanden. Kommt sie dagegen von einem Standort mit sehr verschiedenen äussern Verhältnissen, so lassen sich bedeutendere Umwandlungen erwarten.

Fragen wir uns nun aber, welche Veränderungen eine 10- oder selbst eine 40jährige Kultur an einer Pflanzenform

überhaupt hervorbringen könne, so ergiebt Theorie und Praxis in voller Uebereinstimmung, dass dieselbe im Allgemeinen nichts anderes vermag, als die frühern Localitätsmerkmale wegzunehmen und an deren Stelle die Localitätsmerkmale des Gartens zu setzen. Sie kann nur die unmittelbar von den äussern Verhältnissen herrührenden Eigenthümlichkeiten modifiziren, insofern nämlich der Garten andere äussere Verhältnisse darbietet. Sie wird aber die constanten Merkmale nicht ändern, selbst wenn dieselben nur eine wenig abweichende Varietät charakterisiren.

Wenn die Kultur in der von manchen Systematikern beanspruchten Weise über den spezifischen Werth entscheiden könnte, so müssten wir alle constanten Varietäten zu Arten erheben. Die Racen der ein- und zweijährigen Kulturpflanzen und die Varietäten, deren Samen in den jährlichen Katalogen der botanischen und Handelsgärten angeboten werden, wären eben so viele Species. In der Gattung Hieracium wären die Abänderungen mit röhrigen Blüthen, die man mit Recht als leichte kaum nennenswerthe Varietäten betrachtet, gute Arten, denn nach Bernhardi (Ueber den Begriff der Pflanzenart pag. 16) erhalten sie sich bei der Aussaat unverändert. Ich bin überzeugt, dass wenigstens 10 Varietäten von Hieracium Pilosella in der Kultur constant bleiben, wenn man sie vor hybrider Befruchtung schützt; und was die übrigen Hieracien betrifft, so dürfte sich eine grosse Zahl der Arten von Jordan, welche die Systematiker nicht einmal als Varietäten unterscheiden mögen, in den Gärten als beständig erweisen.

Meine Ueberzeugung von der Constanz der Hieracien-Varietäten schöpfe ich aus den Vorkommensverhältnissen. Die Natur hat eine Menge von Kulturversuchen angestellt und zwar mit viel eingreifenderen Mitteln bezüglich der äussern Einflüsse und der Zeitdauer, als wir es zu thun vermögen. Wir können ihre Kulturresultate auf den Loca-

litäten studiren. Ich verweise auf die Mittheilung vom 18. November 1865, wo ich weitläufig hierüber gesprochen habe. Dort habe ich angegeben, dass Hieracium Pilosella Hoppeanum (H. piloselliforme) seit der Eiszeit, also Hunderttausende von Jahren, in der Nähe von München unter H. Pilosella wächst, ohne in letzteres übergegangen zu sein. Ebenso finden wir häufig andere Varietäten von H. Pilosella auf der nämlichen Localität beisammen, und eben dasselbe gilt für die Varietäten der übrigen Hieracium-Arten. Wir wissen zwar in keinem einzelnen Falle, wie lange sie schon in Gesellschaft leben. Aber aus der Art und Weise der Verbreitung überhaupt, sowie aus der grossen Individuenzahl und der Häufigkeit des gemeinsamen Vorkommens müssen wir schliessen, dass dieses gemeinsame Vorkommen im Allgemeinen gedauert hat, seitdem die Pflanzen zu ihrer jetzigen Verbreitung gekommen sind, d. h. jedenfalls lange vor der historischen Zeit. Von diesem Gesichtspunkte aus mangelt jede rationelle Berechtigung einem Verfahren, welches zwei Pflanzenformen, die seit Jahrtausenden auf der gleichen Localität gut begrenzt geblieben sind, in den Garten pflanzt und nach einer weitern Probezeit von 10 oder 20 Jahren für speciesfähig erklärt.

Die Kultur der Hieracien, ebenso wie diejenige aller übrigen Pflanzen, kann uns demnach keinen Aufschluss geben über die Frage, ob Species oder Varietät, ebenso wenig, ob Hauptform oder Zwischenform, oft selbst nicht, ob reine oder hybride Form. Sie zeigt uns bei richtiger Anwendung höchstens, ob ein Merkmal unmittelbar durch die äussern Verhältnisse bedingt ist oder nicht. Bleibt aber der aus der Wildniss in den Garten gepflanzte Stock unverändert, so kann es die Constanz des ersten besten Apfelbaumes sein, der in seiner Sorte sich ebenfalls nicht ändert. Bleibt eine Pflanze durch mehrere Generationen beständig,

so wissen wir noch nicht, ob es die Constanz der Bastarde ist, welche nach Gärtner bis in die zehnte Generation dauern kann, oder die seculare Constanz der Mittelformen, Varietäten und Arten.

Es ist möglich, dass bei der Kultur nicht bloss die Localitätsmerkmale sich ändern, sondern dass einmal auch andere Veränderungen eintreten, wie sie in der Wildniss ebenfalls nicht fehlen. Meistens sind es morphologische und physiologische Umbildungen, die uns über das Wesen der Pflanzen wichtige Aufschlüsse geben, aber kaum je über den Werth der systematischen Formen belehren. Nach verschiedenen Angaben sollen zwar bei andern Pflanzen und bei Hieracien auch Varietäten, die ich nach den Vorkommensverhältnissen als constant betrachten muss, im Garten umgewandelt worden sein, was mir unglaublich erscheint. Es würde mich zu weit führen, wenn ich auf einzelne Beispiele eintreten wollte. Ich erlaube mir jedoch auf drei allgemeine Ursachen der Täuschung hinzuweisen, für die ich als Belege bestimmte Fälle anführen könnte.

Die eine liegt in Verwechslungen des Namens oder der Aufschrift, die bei verschiedenen Gelegenheiten eintreten können, beim Versenden der Samen, beim Empfang derselben und beim Aussäen, beim Verpflanzen, bei verschiedenen Gartenarbeiten. Alle derartigen Irrthümer können von dem Experimentator durch gehörige Controle vermieden werden, mit Ausnahme desjenigen, der allenfalls von dem, der die Samen liefert, begangen wird.

Die andere Ursache der Täuschung liegt in der Thatsache, dass in den botanischen Gärten die Pflanzen nicht selten einander verdrängen. Diess ist um so eher der Fall, da man immer die nächst verwandten Formen, die in der Regel wegen sehr ähnlicher Existenzbedingungen am wenig-

sten sich vertragen, unmittelbar neben einander pflanzt [1]. Wenn man diesen Process mit Aufmerksamkeit verfolgt, so wird man sehen, wie in einem Satze einige Pflanzen einer andern Species oder Varietät, welche durch Samen oder durch Ausläufer dahin gelangt sind, aufgehen, wie sie sich vermehren und zuletzt die ursprüngliche Pflanze vollständig verdrängen. Sind die beiden Arten oder Varietäten einander sehr ähnlich, so kann man bei oberflächlicher Betrachtung leicht die Ansicht gewinnen, es habe die eine sich in die andere verwandelt. In unserm Garten kann ich z. B. Hieracium aurantiacum nicht neben H. pratense oder H. glomeratum kultiviren; die letzteren setzen sich immer auf dem Platze des erstern fest. Ebenso wird H. Pilosella Hoppeanum durch H. Pilosella vulgare verdrängt.

Die dritte Ursache der Täuschung und zugleich die gefährlichste, weil sie keine Controle erlaubt und daher nicht vermieden werden kann, beruht in der Kreuzung einer Form mit irgend einer andern. Wenn das Ergebniss des Kulturversuchs einen Schluss auf die Variabilität gestatten soll, so muss selbstverständlich vorausgesetzt werden, dass die zur Aussaat benutzten Samen durch Selbstbefruchtung oder Inzucht erzeugt wurden. Würde man Samen von A, die durch Kreuzung mit B entstanden sind, verwenden, so käme man über die Veränderlichkeit von A zu einem unrichtigen Resultat. In den botanischen Gärten und in der Wildniss mangelt die Gelegenheit zu hybrider Befruchtung mit verwandten Arten oder Varietäten fast niemals.

Besonders leicht aber entstehen Irrthümer, wenn es sich um das Verhalten eines Bastards handelt. Derselbe

---

1) Es wäre aus verschiedenen Gründen zu empfehlen, die Varietäten einer Art, sowie verwandte Arten nicht neben einander zu pflanzen, sondern wenigstens durch eine ganz verschiedene Art oder selbst durch eine verschiedene Gattung zu trennen.

wird eher durch den Blüthenstaub einer Stammart als durch den eigenen befruchtet. Die Samen, die von wildwachsenden oder kultivirten Hybriden gesammelt werden, geben desswegen nicht selten Formen, die zu einer der beiden elterlichen Arten zurückkehren. Daher rühren mehrere Angaben, welche gewisse Bastarde als Varietäten anderer Arten erklärten. Auch bei nahe verwandten reinen Formen ist grosse Vorsicht nöthig, weil es solche giebt, die sich durch andere Arten und Varietäten leichter bestäuben lassen als durch den eigenen Pollen (Mittheilung vom 18. Nov. 1865).

Fasse ich die Ergebnisse zusammen, welche aus den sichern und von der Kritik unanfechtbaren Kulturversuchen an Hieracien hervorgehen, so beschränken sie sich darauf, dass die Pflanzen in Folge reichlicherer Nahrung grösser und mastiger werden und dass in Folge dessen auch der Farbenton des Laubes sich etwas verändert, indem das Glauke intensiver und freudiger grün wird. Die Pflanze kann dadurch ein fremdartiges Aussehen erhalten; sie kann selbst in einzelnen Fällen fast unkenntlich werden. Aber die eigentliche Varietät bleibt beständig. Im Garten bilden sich überhaupt keine andern Formen, als wie sie auch in der freien Natur an humusreichen, nicht zu trockenen und zu sonnigen Orten gefunden werden. Weder die Behaarung noch die Verzweigungsform, noch die Gestalt der Blätter, Blüthenhüllen und Hüllschuppen, noch die Farbe der Blüthen erfährt im Garten eine wesentliche Veränderung[2]).

Die Ergebnisse der Kultur sind daher für die Beurtheilung des systematischen Werthes einer constanten Form,

---

2) Damit will ich nicht etwa behaupten, dass alle kultivirten Hieracien-Formen auch wildwachsend gefunden werden. Es ist möglich, dass einzelne derselben in den Gärten entstanden sind, allein es dürfte diess wohl immer die Folge von Kreuzungen gewesen sein.

für die Frage, ob sie eine Varietät oder Species sei, durchaus irrelevant und wir sind in dieser Beziehung lediglich auf die Verhältnisse des Vorkommens und auf die An- oder Abwesenheit der Zwischenformen, sowie auf die Natur dieser Zwischenformen angewiesen.

Dennoch ist die Kultur nicht etwa zu vernachlässigen. Sie sollte im Gegentheil viel häufiger, zugleich aber auch mit mehr Umsicht und Kritik angewendet werden, als es meistens geschieht. Wenn sie auch nichts anderes ergiebt, als was man meistens aus den Vorkommensverhältnissen schliessen kann, so dient sie doch als eine werthvolle Bestätigung dafür. Sie kann uns bei richtigem Verfahren immer zeigen, wie weit die unmittelbaren Einflüsse der Aussenwelt reichen, was an der Pflanze constant und variabel ist. Die Kulturversuche geben in dieser Beziehung oft überraschende Resultate. Als Beweis möge folgendes Beispiel dienen.

Ranunculus pyrenaeus Lin. hat meistens schmale Blätter und einen nackten einblüthigen Stengel. Man findet aber auch Exemplare mit breitern Blättern und mit beblättertem mehrblüthigem Stengel. Man hat die letztern als besondere Art (R. plantagineus All.) oder wenigstens als eigenthümliche Varietät (R. pyrenaeus plantagineus) betrachtet. Das Vorkommen zeigt, dass es nichts anderes als üppige, einem fruchtbaren und etwas feuchtern Boden entsprungene Pflanzen sind und die Kultur bestätigt diess. In der reichen Alpenpflanzensammlung des Herrn Bankadministrators Sendtner dahier befindet sich ein Stock, der vor zwei Jahren als die gewöhnliche Form von R. pyrenaeus in den Topf gepflanzt und nach dieser kurzen Zeit in den schönsten R. plantagineus sich umgewandelt hat. Wir dürfen also diese Form bloss als Standortsmodification betrachten; und es muss die Diagnose von

R. pyrenaeus so gefasst werden, dass auch diese Modification in ihr enthalten ist.

Das soeben erwähnte Beispiel, in Uebereinstimmung mit vielen andern, beweist uns ferner, dass zur Umwandlung der Standortsmerkmale nicht etwa die Fortpflanzung durch Samen erfordert wird, sondern dass sie sich an dem nämlichen Pflanzenstock vollzieht. Wenn es sich also bloss darum handelt, an einer Pflanzenform die constanten Eigenschaften von den Standortsmerkmalen zu unterscheiden, so genügt es, die Pflanze durch Versetzen der Stöcke unter andere äussere Verhältnisse zu bringen. Es hat dieses Verfahren selbst einen Vorzug vor der Aussaat von Samen. Von den letztern ist man nie sicher, ob sie durch Inzucht oder durch Kreuzung entstanden sind. Das Resultat, welches man mit Sämlingen erhält, ist daher mit Rücksicht auf die vorliegende Frage immer etwas zweifelhaft, während man beim Verpflanzen der Stöcke auf eine andere Localität sicher ist, dass die eintretenden Veränderungen als Wirkungen der äussern Agentien zu erklären sind[3]).

---

3) A. Kerner will verschiedene Pflanzenformen durch die veränderten äussern Einflüsse in einander übergeführt haben; nach diesen Versuchen müsste die unmittelbare Einwirkung der Bodenbeschaffenheit sehr bedeutend sein. Da diess mit so vielen sichern Thatsachen im Widerspruch steht, so wären weitere von verschiedenen Beobachtern angestellte Versuche äusserst erwünscht. Wenn Kerner angiebt, er habe die beiden Alpenrosen in einander übergeführt, so lässt sich diess schwer mit der Thatsache vereinigen, dass Rh. ferrugineum allein auf dem schweizerischen Jura und auf manchen Kalkbergen der Alpen vorkommt, wo es gewiss schon Jahrtausende lebt, ohne in die Kalkform übergegangen zu sein. Ebenso bleibt es im Münchner botanischen Garten auf Kalkunterlage immer unverändert.

Ich verdanke der freundlichen Zuvorkommenheit des Hrn. Prof. Kerner die Ansicht von einigen umgewandelten Pflanzen. Sehr

Die Verwandtschaft der Formen innerhalb einer Gattung zeigt eine unendliche Abstufung von der leichtesten Varietät bis zur abweichendsten Species. Doch können wir zur bessern Uebersicht folgende 5 Kategorieen unterscheiden:

1) Formen, die sich gegenseitig nicht befruchten können. Agamische Verwandtschaft.

2) Formen, die sich befruchten, aber bloss unbeständige Bastardformen geben. Bastardirungsverwandtschaft.

3) Gut umgrenzte Formen, zwischen denen constante, aber relativ seltenere Zwischenformen sich befinden: Uebergangs- oder Blendlingsverwandtschaft.

4) Schlecht umgrenzte Formen mit zahlreichen und manigfaltigen constanten Zwischenformen. Grenzlose Verwandtschaft.

5) Formengewirre, in dem sich bestimmte Formen

---

bemerkenswerth ist Dianthus alpinus Lin. und Aster alpinus Lin. Von ersterer Pflanze wurde die eine Hälfte der Stöcke in kalkreiche Erde, die andere Hälfte in eine kalklose Unterlage (Lehm, feinzerhacktes Sphagnum und gepochter Thonglimmerschiefer) versetzt. Jene blieb unverändert, diese verwandelte sich während 3 Jahren in D. deltoides Lin. Die Schieferform des Aster alpinus, die sich durch grössere Kahlheit und dunklere Blüthenfarbe auszeichnet, wurde in den botanischen Garten zwischen Schieferfelsen gepflanzt und gieng nach zweijähriger Kultur in Aster Amellus Lin. über.

Auch diese Umwandlungen scheinen mir in einem schwer zu lösenden Widerspruch mit den Vorkommensverhältnissen zu stehen, so dass ich vermuthe, es sei noch irgend ein wichtiger Punkt, betreffend das Vorkommen, oder die Kultur unaufgeklärt. Wenn sich aber auch durch fernere Beobachtungen der Uebergang der Formen in dem erwähnten Umfange bestätigen sollte, so würde an den Gesetzen der Constanz im Allgemeinen doch nichts geändert. Es gäbe nach wie vor constante Varietäten und Arten; es müssten bloss einige Formen, denen man bisher die Constanz der Species zugeschrieben hat, als Standortsmodificationen betrachtet werden.

nicht deutlich herausheben und unterscheiden lassen. Formlose oder chaotische Verwandtschaft.

Was zuerst die agamische Verwandtschaft betrifft, so ist dieselbe, unter übrigens gleichen Verhältnissen, immer geringer als die Bastardirungsverwandtschaft, und sie muss als das Merkmal bester Artverschiedenheit betrachtet werden. Eine Species, die mit einer andern keine Bastarde zu erzeugen vermag, steht derselben stets ferner, als einer dritten, mit der sie sich hybrid befruchtet. Bei Gattungen mit vollkommen natürlichen Sectionen kann es der Fall sein, dass die Arten einer Section unter sich in Bastardirungsverwandtschaft stehen, während die Sectionen bloss agamisch mit einander verwandt sind. — Gentiana lutea, G. punctata, G. purpurea, G. pannonica bastardiren sich gegenseitig, nicht aber mit andern Species. Die Primula-Arten der Section Primulastrum (mit Klappen im Schlunde der Blumenkrone) bilden Bastarde unter sich, ebenso diejenigen der Section Auricula (ohne solche Klappen); aber die Species der einen Section gehen mit denen der andern weder auf natürlichem noch auf künstlichem Wege hybride Befruchtung ein. Es liesse sich noch eine grosse Menge von Beispielen anführen, wo die sich bastardirenden Arten einer Gattung auch in den systematischen Merkmalen eine nähere Verwandtschaft unter einander beurkunden als mit andern Arten, mit denen sie in keine geschlechtlichen Beziehungen zu treten vermögen. Wir können daher in zweifelhaften Fällen aus dem Vorhandensein der hybriden Befruchtung auf eine systematische Annäherung schliessen. Ich habe in dieser Beziehung schon in einer frühern Mittheilung bemerkt, dass die in verschiedene Sectionen gestellten, aber sich bastardirenden Saxifraga mutata und S. aizoides eine grössere Affinität zu einander haben als zu den Arten ihrer eigenen Sectionen.

Die Regel, dass sich bastardirende Arten näher ver-

wandt seien als agamische, gilt nur innerhalb der Gattung oder auch bei nahe stehenden Gattungen. Wir dürfen in dieser Beziehung nicht Pflanzen, die verschiedenen natürlichen Ordnungen angehören, mit einander vergleichen. Wenn Pyrus Malus Lin. und P. communis Lin., Nigella sativa Lin. und N. damascena Lin., Anagallis arvensis Lin. und A. coerulea Schreb., Primula elatior Jacq und P. officinalis Jacq. sich nicht mit einander befruchten lassen, so wäre der Schluss nicht erlaubt, dass sie systematisch einander ferner stehen als Triticum vulgare Vill. und Aegilops ovata Lin., Nigritella angustifolia Rich. und Gymnadenia conopsea R. Br., Cirsium arvense Scop. und C. oleraceum Scop., Dianthus Carthusianorum Lin. und D. superbus Lin., welche Bastarde bilden. Denn es ist wahrscheinlich, dass die Bastardirungsverwandtschaft in verschiedenen Regionen des Pflanzenreiches eine ungleiche Bedeutung hat, wofür sich mehrere Erklärungsgründe angeben liessen.

Unter den Arten einer Gattung, die sich nicht mit einander befruchten, stuft sich die Affinität selbstverständlich manigfaltig ab. Gewisse Stufen lassen sich durch das Vorhandensein oder den Mangel einer vermittelten Bastardirungsverwandtschaft bestimmen. A, B, C, D, E seine 5 Species eines Genus, welche folgende drei Bastardverbindungen (A+B), (B+C) und (C+D), sonst aber keine eingehen. Zwischen A und C, B und D, A und D besteht eine vermittelte, nicht aber eine direkte Bastardirungsaffinität. A und C sind durch B, mit dem sie beide sich befruchten, B und D sind durch C, A und D bloss durch Vermittelung zweier Arten, nämlich durch B und C. verwandt. Beschränken wir uns auf die Affinitätsgrade von A, so steht dasselbe am nächsten der Art B, etwas ferner der Art C, noch ferner der Art D und am fernsten der Art E.

Analoge Beispiele geben uns die Gattungen Dianthus, Cirsium, Salix.

Die Arten, welche sich gegenseitig bastardiren, haben ebenfalls eine sehr ungleiche Verwandtschaft zu einander. Bei künstlichen Versuchen lässt sich die Abstufung derselben durch das Verhalten der hybriden Produkte sehr genau feststellen. Bei wildwachsenden Pflanzen können wir im Allgemeinen drei Stufen unterscheiden, welche durch die grössere oder geringere Unfruchtbarkeit der ursprünglichen Bastarde bedingt werden. Sie geben sich in den drei Arten des Vorkommens zu erkennen, welche ich in meiner Mittheilung vom 16. Febr. (Ueber die Zwischenformen im Pflanzenreiche §. 6, A, B und C) unterschieden habe.

Die geringste Verwandtschaft besteht dann, wenn zwischen zwei Arten nur die ursprüngliche (die Mitte haltende) Bastardform vorkommt. Ein mittlerer Verwandtschaftsgrad dagegen ist vorhanden, wenn ausser dem ursprünglichen Bastard noch Formen sich finden, welche einer oder beiden Stammarten sich nähern und wenn diese zurückkehrenden Formen in geringerer Individuenzahl auftreten als die ursprüngliche hybride Form. Die grösste Verwandtschaft endlich ergiebt sich in dem Falle, dass die den Stammarten sich nähernden Formen den ursprünglichen Bastard an Individuenzahl übertreffen. — Berücksichtigen wir die Gesammtzahl der hybriden Pflanzen zwischen zwei Arten, so ist sie im ersten Fall am geringsten (meist äusserst spärlich), im zweiten bedeutender (aber immer noch ziemlich gering), im dritten weitaus am grössten. — Cirsium (lanceolatum + palustre) und C. (acaule + lanceolatum) sind Beispiele für den ersten, C. (arvense + oleraceum) und C. (heterophyllum + spinosissimum) für den zweiten, C. (bulbosum + oleraceum), C. (oleraceum + rivulare) und C. (acaule + oleraceum) für den dritten Fall.

Die Uebergangs- oder Blendlingsverwandtschaft ist dann gegeben, wenn zwischen zwei gut umgrenzten Hauptformen constante Zwischenformen sich befinden; man könnte die letztern im Nothfall von hybrider Befruchtung ableiten und als constant gewordene, mit voller Fruchtbarkeit begabte Bastarde betrachten. Desswegen ist der Name Blendlingsverwandtschaft nicht unpassend, obgleich ich die eben angegebene Entstehungsweise für durchaus unwahrscheinlich halte. Diese Zwischenformen bleiben sowohl, wenn sie allein sind, als auch, was gewöhnlich der Fall ist, wenn sie in Gemeinschaft mit einer oder mit beiden Hauptformen leben, durch eine unbegrenzte Generationenreihe unverändert. Dadurch unterscheiden sie sich von den Hybriden, welche mit der Zeit aussterben, oder in Folge der Kreuzung mit den Stammarten zu diesen zurückkehren. Auch sind jene constanten Zwischenformen in viel grösserer Individuenzahl vorhanden als die Hybriden.

Die Uebergangsverwandtschaft ist unter übrigens ähnlichen Verhältnissen immer grösser als die Bastardirungsverwandtschaft. Denn die grössere Fruchtbarkeit und das zahlreichere Vorkommen der intermediären Formen sind die Folge der innigern Affinität. Unter den Cirsien-Bastarden hat derjenige von C. bulbosum und C. acaule (nämlich C. medium) am ehesten Anspruch darauf, als constante Form erklärt zu werden, und wir müssen den beiden genannten Arten auch die grösste Verwandtschaft vindiziren. Namentlich ist dieselbe grösser als die Beziehung von C. acaule zu C. oleraceum, und von C. bulbosum zu C. oleraceum, obgleich diese Vereinigungen den höchsten Bastardirungsverwandtschaftsgrad darstellen.

Es ist nicht zu verkennen, dass es auch unter der Uebergangsverwandtschaft wieder verschiedene Abstufungen giebt; ich habe drei Arten des Vorkommens unterschieden (Mittheilung vom 16. Febr. §. 7, A, B, C). Nun bin ich

zwar nicht gewiss, ob dieselben auch drei Verwandtschaftsgraden entsprechen; aber sicher kann man zwei Grade unterscheiden. Zwei Arten, die durch eine ununterbrochene Reihe von constanten Zwischenformen verbunden sind, stehen einander näher als zwei andere, zwischen denen nur eine oder zwei isolirte constante Zwischenformen, gleichsam wie Inseln zwischen zwei Continenten, auftreten. Im letztern Falle hat man wegen der Bastarde, welche die Zwischenformen und die Hauptarten verbinden, zwar ebenfalls eine ununterbrochene Uebergangsreihe. Aber die Glieder derselben sind durch eine sehr ungleiche Individuenzahl repräsentirt, während die Glieder in der continuirlichen Reihe der constanten Zwischenformen alle gleichwerthig und ziemlich gleich zahlreich sind.

Wir werden also überhaupt zwei Arten einer Gattung für um so näher verwandt erklären, je mehr die constanten Zwischenformen sich zu einer allmählichen und vollständigen Uebergangsreihe schliessen, für um so weniger verwandt, je mehr diese Reihe unterbrochen und lückenhaft ist. Desswegen schätze ich die Verwandtschaft von Hieracium Pilosella zu H. glaciale für grösser als diejenige von H. Pilosella zu den Arten H. Auricula, H. praealtum, H. pratense und H. aurantiacum. Desswegen halte ich ferner dafür, dass Hieracium murorum von H. glaucum weiter entfernt sei als von Hieracium villosum und von H. alpinum.

Die grenzlose Verwandtschaft stimmt mit der Uebergangsverwandtschaft darin überein, dass bei beiden die Hauptformen durch constante Zwischenformen verknüpft sind, welche bald continuirliche, bald unterbrochene Reihen darstellen. Der Unterschied besteht darin, dass bei der Uebergangs- oder Blendlingsverwandtschaft die Hauptformen überall da, wo sie ohne die Zwischenformen vorkommen, scharf begrenzt sind und sich annähernd innerhalb der

gleichen Grenzen bewegen. Bei der grenzlosen Verwandtschaft dagegen haben die Hauptformen auf verschiedenen Standorten und in verschiedenen Gegenden eine ungleiche Umgrenzung; ihr Formenkreis ist daher unbestimmt.

Neben diesem Hauptunterschied scheinen noch andere, wenn auch in weniger auffallender Weise, vorzukommen. Bei der Uebergangs- oder Blendlingsverwandtschaft ist die Gesammtindividuenzahl der Zwischenformen entschieden viel geringer als die der Hauptformen, und die Verbreitung der Zwischenformen ist an diejenige der beiden Hauptformen gebunden, wesswegen man jene allenfalls aus diesen durch hybride Befruchtung ableiten könnte. Bei der grenzlosen Verwandtschaft dagegen übertreffen die Zwischenformen oft die Hauptformen an Menge der Individuen und halten sich auch nicht an deren Verbreitungsbezirke. Die Ermittelung beider Verhältnisse giebt hier indess keine sichern und festen Resultate, weil die Hauptformen unbestimmt umschrieben sind. Je nachdem man sie so oder anders fasst, verändern sich auch die Ergebnisse betreffend die Mengen und Verbreitungsverhältnisse.

Unter den Hieracien stehen H. Pilosella, H. Hoppeanum Schult., H. Peleterianum Merat. und andere Formen in grenzloser Verwandtschaft zu einander. Ebenso H. glaciale Lach. und H. breviscapum Koch (non DC.), ferner H. praealtum Vill. und H. florentinum All., ferner H. amplexicaule Lin. und H. pulmonarioides Vill., ferner H. glaucum All. und H. bupleuroides Gmel., ferner H. murorum Lin. und H. vulgatum Fr. u. s. w.

Während bei der Uebergangs- oder Blendlingsverwandtschaft die Formen gut und deutlich begrenzt bei der grenzlosen Verwandtschaft schlecht und undeutlich begrenzt sind, so erkennt man bei der formlosen oder chaotischen Verwandtschaft eigentlich gar keine bestimmten Formen mehr. Wir können uns dieses dreifache Verhalten durch

folgendes Bild anschaulich machen. Im ersten Falle stellen die Formen Continente oder grössere Inseln dar, welche durch Landengen oder durch Reihen von kleinern Inseln verbunden sind. Im zweiten Falle sind es Berge, die sich aus dem festen Lande erheben und am Fusse allmählich in die Ebene oder in andere Bergrücken auslaufen, also keine bestimmte Begrenzung haben. Im dritten Falle stellt das Formengewirre eine Ebene ohne Erhebungen oder bloss mit niedrigen kaum erkennbaren Erhehungen dar, je nachdem die Individuen unter sich alle sehr ähnlich sind oder erheblich von einander abweichen.

Beispiele für die formlose oder chaotische Verwandtschaft geben uns alle Species oder Varietäten, innerhalb derer sich keine deutlichen Varietäten unterscheiden lassen. Wir werden jedenfalls die Verwandtschaft ihrer Individuen für näher und inniger erklären als die der vorhergehenden Grade. Desswegen dürfen wir aber nicht etwa glauben, dass die Constanz ganz mangle. Allerdings ist eine räumliche Constanz nicht vorhanden, indem alle Merkmale von einem Individuum zum andern variiren; aber eine gewisse zeitliche Constanz ist gleichwohl möglich, das heisst eine nothwendige Vererbung gewisser Eigenschaften durch eine kleinere oder grössere Zahl von Generationen, insofern nicht Kreuzung dazwischen tritt.

Ueber die Verwandtschaftsgrade sind noch zwei Bemerkungen von allgemeiner Wichtigkeit beizufügen, 1) dass sie nicht scharf geschieden sind, sondern allmählich in einander übergehen, und 2) dass die nämlichen zwei Pflanzenformen hier in dem einen und dort in einem andern Verwandtschaftsgrad auftreten. Was das Erstere betrifft, so bleiben wir oft im Zweifel, ob wir zwei Pflanzenformen dem einen oder andern Verwandtschaftsgrad zuschreiben sollen. Cirsium medium All. und C. Heerianum Näg. sind fast mit dem gleichen Recht als constante Zwischenformen (oder

Blendlinge) und als Bastarde zu betrachten. Die Beziehung von Hieracium murorum Lin. und H. vulgatum Fr. darf fast ebenso wohl als Uebergangs- und als grenzlose Verwandtschaft bezeichnet werden.

Was den zweiten Punkt betrifft, so kann derselbe als fast ausnahmslose Regel gelten. Die Arten, welche sich bastardiren können, treten immer auf gewissen Standorten und selbst in ganzen Gegenden ohne Bastarde auf. Die Hauptarten, welche durch constante Zwischenformen verbunden sind, entbehren derselben gleichfalls stellenweise. Mit Hieracium Pilosella und H. Auricula kommt ziemlich selten die constante Mittelform vor, ebenfalls selten der Bastard; häufiger findet man, wenigstens in Süddeutschland und der Schweiz, die beiden Arten ohne alle intermediären Formen. Die Formen, welchen im Allgemeinen eine unbestimmte Begrenzung zugeschrieben werden muss, treten stellenweise ziemlich gut umgrenzt auf, wobei die verbindenden Zwischenformen bald den Charakter der Constanz, bald auch den der Hybridität zeigen können. So verhält es sich mit Hieracium Pilosella, H. Hoppeanum und H. Peleterianum.

Bei der Beurtheilung des Verwandtschaftsgrades müssen die Vorkommensverhältnisse genau ins Auge gefasst werden, indem von denselben sehr häufig die Bedeutung der Anwesenheit oder des Mangels von Zwischenformen abhängt. Zwei Formen A und B können drei verschiedene Arten des Vorkommens zeigen:

1) A und B wachsen auf dem nämlichen Standort neben und durch einander. Synöcisches Vorkommen.

2) Die Wohnorte von A und B stossen unmittelbar aneinander; wo A aufhört, da fängt B an. Prosöcisches Vorkommen.

3) Die Wohnorte von A und B berühren sich nicht;

sie sind mehr oder weniger entfernt von einander. Telöcisches Vorkommen.

Die Ursachen dieser verschiedenen Vorkommensarten sind nicht in den Verwandtschaftsgraden zu suchen. Denn ob zwei Pflanzen synöcisch oder prosöcisch wohnen, hängt davon ab, ob sie im Kampfe um das Dasein einander zu verdrängen vermögen oder nicht (vgl. die Mittheilung über die Bedingungen des Vorkommens vom 15. Dec. 1865); und das telöcische Vorkommen ist Folge davon, dass eine Form in einer Gegend ganz ausgegangen oder nie dahin gelangt ist.

Das synöcische Vorkommen beweist uns immer, dass die sich duldenden Pflanzenformen entweder ungleiche Existenzbedingungen haben, oder dass sie den vorhandenen Verhältnissen gleich gut angepasst sind. Im Allgemeinen können wir wohl sagen, dass zwei Pflanzenarten um so eher synöcisch auftreten, je weiter sie verwandtschaftlich von einander entfernt sind. Arten verschiedener Gattungen oder verschiedener Sectionen der gleichen Gattung schliessen sich schwerlich aus. Es ist mir kein Beispiel bekannt, wo eine Art der Piloselloiden eine solche von Archieracium aus der synöcischen Gemeinschaft verdrängte. Auch nahe verwandte Arten und Varietäten derselben Species wohnen nicht selten auf dem gleichen Standorte beisammen.

Das synöcische Vorkommen ist für die Beurtheilung der verwandtschaftlichen Verhältnisse am vortheilhaftesten, denn es zwingt so zu sagen die in Frage stehenden Formen mit ihrer Farbe herauszurücken. Wenn zwischen zwei Arten constante oder hybride Zwischenformen existiren, so werden wir sie sicher am ehesten da finden, wo beide durch einander auf der gleichen Localität wachsen.

Das prosöcische Vorkommen[4]) ist die Folge davon,

---

4) Es handelt sich hier selbstverständlich bloss von constanten Formen. Die Standortsmodificationen sind alle in gewissem Sinne

dass eine Pflanzenform unter gewissen Verhältnissen die andere zu verdrängen vermag, während sie selber unter etwas veränderten Umständen von jener verdrängt wird. Die Wohnplätze der beiden Pflanzen grenzen daher unmittelbar an einander; und an der Grenze selbst beobachten wir eine ganz schmale Zone, oft nur von wenigen Schritten Breite, wo die beiden Formen gemengt stehen. Bald sind es die chemischen, bald die physikalischen Eigenschaften des Bodens, welche diese Erscheinungen bedingen. Bei den Hieracien ist es vorzugsweise der Wechsel von kalkhaltiger und kalkarmer Unterlage, welcher das prosöcische Vorkommen bedingt. H. villosum, H. piliferum und H. glaucum hören mit dem Kalk auf, indess unmittelbar daselbst H. alpinum, H. glanduliferum und H. albidum mit dem Schiefer beginnen. Dagegen vermag H. Pilosella Hoppeanum die verwandte Form H. Pilosella vulgare von fruchtbaren, mit hohem Rasen bewachsenen Standorten zu verdrängen, während letzteres auf mehr trockenen und magern Stellen das stärkere ist. Daher bilden die fetten Alpenwaiden zuweilen gleichsam Inseln, die mit H. Pilosella Hoppeanum bewachsen und ringsum von H. Pilosella vulgare umgeben sind.

Das prosöcische Vorkommen ist für das Vorhandensein der Bastard- und Zwischenformen immer sehr ungünstig. Während die intermediären Formen von Hieracium Pilosella Hoppeanum und H. Pilosella vulgare bei synöcischem Vorkommen häufig sind, finden wir sie bei prosöcischer

---

prosöcisch, indem mit dem Wechsel der Localität auch die Pflanzenform sich ändert. Die Standortsvarietäten zeichnen sich aber dadurch aus, dass sie den äussern Verhältnissen genau folgen und die nämlichen Abstufungen zeigen wie sie, was bei dem prosöcischen Vorkommen der constanten Formen nicht der Fall ist.

Verbreitung bloss spärlich auf der schmalen Grenze, oder sie mangeln auch wohl gänzlich. Zwei Formen, welche nur prosöcisch auftreten, gewähren daher fast immer den Anschein, als ob sie einem entfernteren Verwandtschaftsgrad angehörten, als es in Wirklichkeit der Fall ist. Wenn H. murorum mit den meisten andern Arten von Archieracium durch Zwischenformen verbunden ist, so mag seine allgemeine Verbreitung auf allen Bodenarten und sein synöcisches Vorkommen mit allen andern Arten wesentlich dabei betheiligt sein. Wenn H. villosum und H. glaucum mit H. alpinum und H. albidum nicht einmal Bastarde bilden, so viel mir wenigstens bekannt ist, so setze ich diess hauptsächlich auf Rechnung des prosöcischen Vorkommens.

Noch viel ungünstiger für die Beurtheilung der Verwandtschaftsverhältnisse ist das telöcische Vorkommen, indem hier die intermediären Formen meist gänzlich mangeln. Daher werden telöcische Varietäten von nächster Verwandtschaft oft als Arten unterschieden, wie z. B. die den Centralalpen angehörenden Papaver aurantiacum Lois. und Anemone sulfurea Lin. von Papaver alpinum Lin. (albiflorum) und Anemone alpina Lin. (alba), welche letztere in den nördlichen Alpen wachsen.

Bei den Hieracien ist es nicht selten, dass die Verbreitungsbezirke geschieden sind, und dass somit ein synöcisches oder prosöcisches Vorkommen ausgeschlossen ist. Es fehlen dann auch die intermediären Formen, so zwischen den Bewohnern der Alpen und der Ebene, des mittlern und des nördlichen Europas, der Alpen und der Pyrenäen. Wie schon früher bemerkt wurde, sind die alpinen Formen z. B. H. aurantiacum und H. glaciale weder durch constante noch durch hybride Mittelformen mit H. echoides, H. praealtum, H. cymosum etc. verbunden, was sicher bloss ihrem telöcischen Vorkommen zuzuschreiben ist.

Kehren wir nun zu der Frage zurück, welche Formen als Species getrennt und welche als Varietäten vereinigt werden müssen. Darüber soll die Constanz entscheiden, aber nicht etwa so, dass wir, wie es irrthümlicher Weise so häufig geschehen ist, die constanten Formen als Species, die nicht constanten als Varietäten in Anspruch nehmen. Denn die künstlichen Kulturversuche und besonders die Kulturresultate, welche wir auf den Standorten beobachten können, zeigen uns, dass auch geringe varietätliche Abänderungen eine grosse Constanz haben, und dass die Zeiträume, welche unserer Kritik zu Gebote stehen, lange nicht ausreichen, um die Grenzen für die Constanz der Varietäten und Arten zu bestimmen. Wollten wir die Formen, welche unter verschiedenen äussern Verhältnissen durch eine Reihe von 10 oder 20 Generationen beständig bleiben, als Species begrüssen, so müssten wir in der Gattung Hieracium, wie ich bereits bemerkt habe, die Jordan'schen Arten adoptiren, d. h. wir müssten die Varietäten mancher Autoren in ein halbes oder ein ganzes Dutzend Arten spalten; wir müssten Formen, die man bloss an einem etwas verschiedenen Habitus erkennt, aber nicht mehr durch bestimmte Merkmale charakterisiren kann, spezifisch trennen. Wenn damit die Frage entschieden, oder wenn nur irgend etwas Erhebliches erreicht würde, so liesse sich keine ernstliche principielle Einwendung gegen ein solches Verfahren machen. Allein das Schlimme an der Sache ist, dass durch eine solche Zersplitterung der Arten und Vermehrung der Speciesnamen gar nichts gewonnen wird. Denn wenn das jetzige Hieracium boreale und das jetzige H. vulgatum jedes in etwa 20 Species aufgelöst wird, so müssen diese 20 Species doch wieder in eine natürliche Gruppe zusammengeordnet werden, welche der jetzigen Art entspricht, und wir haben das gleiche Problem nur unter einem andern Namen zu lösen. Statt H. boreale und H. vulgatum zu

umgrenzen, müssen wir dann die Gruppen von H. boreale und H. vulgatum umgrenzen.

Die Verschiedenheit von Art und Varietät kann also nicht als Gegensatz von Constanz und Variabilität schlechthin aufgefasst werden. Einen solchen Gegensatz giebt es überhaupt streng genommen nicht. Die Constanz ist ein relativer Begiff; es giebt eine allmähliche Abstufung von derjenigen, welche bloss bis auf den Enkel reicht, bis zu derjenigen, welche Millionen von Jahren andauert. Wir werden zwar immer von constanten und variabeln Merkmalen sprechen; aber diese Begriffe haben als relative eine verschiedene Bedeutung je nach ihrer Anwendung. Es giebt constante und variable Eigenschaften der Klasse, der Ordnung, der Gattung, der Art und der Varietät. Ein variabler Charakter der Ordnung kann für die Gattungen vollkommen constant sein; ein variables Merkmal der Art kann in den Varietäten eine grosse Beständigkeit zeigen. So sind die Breite und Stumpfheit der Involucralschuppen, die Länge und Stärke der Ausläufer bei Hieracium Pilosella unbeständig; aber bei H. Pilosella Hoppeanum und H. Pilosella vulgare bleiben sie durch Zeiträume, welche weit über die historische Zeit hinausgehen, unverändert.

Der Begriff der Species muss also in einem bestimmten Grad der Constanz liegen. Die verschiedenen Grade derselben können wir aber auf keinem andern Wege als durch die Verwandtschaftsgrade, wie ich sie oben erörtert habe, feststellen. Es ist nun die Frage, welches Maass der Verwandtschaft theoretisch und praktisch sich am besten für die Begriffsbestimmung der Species eigne, welches am besten die natürlichen Verhältnisse und die Anforderungen der Wissenschaft befriedige. Man hat schon verschiedene Verwandtschaftsgrade als die Grenzen für spezifische Unterscheidung in Anwendung bringen wollen. Die wichtigsten sind folgende:

1) Formen, deren Bastarde befruchtungsfähigen Pollen hervorbringen, gehören der nämlichen Art an.

2) Formen, deren Bastarde keimfähige Samen erzeugen, sind nicht spezifisch verschieden.

3) Formen, deren Bastarde eine vollkommene Fruchtbarkeit besitzen oder nach mehreren Generationen erreichen, so dass sie für die Dauer unserer Versuche vollkommen constant werden, sind als Varietäten derselben Species zu betrachten.

4) Formen, die in der Natur durch beständige (nicht hybride) Uebergangsformen verbunden sind, gehören als Varietäten zur gleichen Art.

5) Formen, die während einer Kultur von mehreren oder vielen Jahren sich unbeständig erweisen, und in einander übergehen, gehören zur gleichen Art, während constant bleibende spezifisch zu trennen sind.

Dass die beiden ersten Regeln für die Bestimmung der Species unbrauchbar sind, ist schon wiederholt ausgesprochen worden. Sie würden uns nöthigen, den Mandelbaum und den Pfirsichbaum, Aegilops ovata und Triticum vulgare spezifisch zu vereinigen und die Arten mancher Gattungen (Cirsium, Dianthus) oder Gattungssectionen in eine einzige zusammen zu ziehen.

Während uns die zwei ersten Regeln allzu umfangreiche Arten geben, verursacht die Durchführung der letzten Regel eine unheilvolle, nicht endigende Zersplitterung. Unter den Hieracien müssten z. B., wie oben erwähnt wurde, die Varietäten mit röhrigen Blüthen zu Arten erhoben werden, und unter den Kulturpflanzen wären die Racen, denen man durch künstliche Zuchtwahl nach 10 bis 20 Generationen einige Constanz verliehen hat, von denjenigen Pflanzen spezifisch zu trennen, aus denen sie vor nicht langer Zeit entstanden sind.

Zwischen diesen Extremen halten die dritte und vierte

Regel gewissermassen die Mitte. Eigentlich sind sie eine und dieselbe; sie unterscheiden sich nur dadurch von einander, dass die eine ihr Criterium in Kulturversuchen, die andere in Beobachtungen in der freien Natur findet. Ein mit vollkommener Fruchtbarkeit und unveränderter Beschaffenheit sich fortpflanzender Bastard wäre im Grunde nichts anderes als eine constante Zwischenform; und von manchen der Zwischenformen bleibt es, wie ich früher gezeigt habe, zweifelhaft, ob sie durch hybride Befruchtung oder auf anderem Wege (durch Transmutation) entstanden sind (Mittheilung vom 16. Febr.).

Wollten wir diese Regel für die Bestimmung der Species anwenden, wollten wir also Formen, die in Uebergangs- oder Blendlingsverwandtschaft zu einander stehen, spezifisch vereinigen, so würde aus allen Piloselloiden eine einzige grosse Art werden, und alle oder jedenfalls die meisten einheimischen Arten von Archieracium namentlich z. B. H. alpinum, H. villosum, H. glanduliferum, H. murorum, H. prenanthoides, H. albidum müssten in eine einzige noch umfangreichere Species zusammen geschmiedet werden. Kein Botaniker dürfte an dergleichen denken.

Wir können daher, wenigstens für die Gattung Hieracium, die Species nicht so bestimmen, dass sie alle die Formen umfasse, welche durch constante (nicht hybride) Uebergangsformen verbunden sind. Wir müssen zu ihrer Umgrenzung auf den nächstfolgenden Verwandtschaftsgrad zurückgehen, und sie folgender Maassen definiren:

Zur nämlichen Art gehören alle Formen, die bloss unbestimmt umschrieben sind und sich nicht deutlich von einander abgrenzen. Spezifische Geltung kommt dagegen denjenigen constanten Formen zu, welche, wenn auch stellenweise durch beständige (nicht hybride) Uebergänge zusammenhängend, doch im Allgemeinen scharf begrenzt sind. Formen, die in

grenzloser Affinität zu einander stehen, müssen somit specifisch vereinigt, Formen, zwischen denen Uebergangs- oder Blendlingsverwandtschaft herrscht, spezifisch getrennt werden.

Fasse ich den Speciesbegriff in der soeben formulirten Weise, so muss ich Hieracium Pilosella, H. Hoppeanum Schult., H. Peleterianum Merat., H. velutinum Hegetschw., H. Pseudopilosella Ten. in eine Art vereinigen, ebenso H. florentinum All. mit H. praealtum Vill., ferner H. bupleuroides Gmel. mit H. glaucum All., ferner H. vulgatum Fries mit H. murorum Lin. Dagegen liessen sich andere Verschmelzungen, wie sie auch schon vorgeschlagen wurden, nicht mit der Definition in Uebereinstimmung bringen; man könnte nicht Hieracium pratense mit H. praealtum, H. cymosum mit H. praealtum, H. villosum mit H. alpinum, H. pallidum (H. Schmidtii) mit H. murorum spezifisch verbinden.

Die Anwendung dieses Speciesbegriffes ist nur für die synöcischen und prosöcischen Formen in allen Fällen möglich, denn bei ihnen muss sich das Vorhandensein oder der Mangel einer bestimmten Begrenzung sicher zeigen. Telöcische Formen haben in der Regel die Neigung zu schärferer Abgrenzung; für sie muss dessnahen die Analogie entscheiden. Das campestre Hieracium pratense, das alpine H. aurantiacum und das nordische H. Blyttianum sind telöcische Formen; aus dem Mangel an Zwischenformen und aus der deutlichen Begrenzung lässt sich desswegen noch kein unanfechtbarer Schluss auf spezifische Verschiedenheit ziehen. Noch weniger sind die gleichen Gründe bei Papaver alpinum albiflorum der nördlichen Alpen und P. a. flaviflorum (P. aurantiacum) der Centralalpen, sowie bei so vielen andern telöcischen und desswegen gut geschiedenen Varietäten, zur Begründung besonderer Arten entscheidend.

Die Anwendung des vorgeschlagenen Speciesbegriffes gewährt zwei Vortheile. Sie giebt einmal gut umschriebene,

natürliche Arten, welche durch die Beobachtung geprüft und festgestellt werden können. Sie giebt ferner Arten, welche mit den Linneischen und denen der strengern systematischen Schule übereinstimmen, welche somit am meisten dem historisch Gegebenen sich anschliessen.

Die vorgeschlagene Definition wird aber nicht bloss durch die genannten Vortheile empfohlen; sie wird geradezu aufgezwungen, weil es eine andere, die zu enger umgrenzten Arten führte, überhaupt nicht giebt. Ich habe bereits gezeigt, dass das Unterscheiden der Species nach der sogenannten Beständigkeit auf Unklarheit und Mangel an Kritik beruht. Wenn man aber H. Hoppeanum Schult. von H. Pilosella oder H. florentinum All. von H. praealtum auf irgend eine der gebräuchlichen Artdefinitionen hin spezifisch trennen wollte, so würde man sich bloss das Zeugniss ausstellen, dass man die genannten Formen nicht hinreichend kennt. Man verlässt sich jedoch weit mehr auf den subjektiven Takt als auf die strenge Anwendung eines Begriffes, und rechtfertigt die Trennungen und Vereinigungen mit dem Bewusstsein künstlerischer Begabung. Aber die Botanik soll nicht eine Kunst, sondern eine Wissenschaft sein, und auch von diesem Gesichtspunkte aus ist es unerlässlich, die allein übrigbleibende Definition anzunehmen und deren Anwendung zu versuchen.

Die soeben besprochenen Principien für die Unterscheidung der Arten gelten nur für die Hauptformen, d. h. für diejenigen, die nicht als Zwischenformen anderer in dem früher definirten Sinne angesehen werden können. Was die Zwischenformen betrifft, so habe ich bereits dargelegt, in welcher Weise dieselben nach meiner Ansicht zu behandeln sind, dass sie nämlich nicht als coordinirte Grössen in fortlaufender Nummer mit den Hauptarten aufgezählt, sondern als Zwischenarten mit besonderer Bezifferung eingereiht werden sollen. Es sind aber noch die beiden eingangs ge-

stellten Fragen zu entscheiden, ob die Zwischenformen zwischen zwei Hauptarten immer nur als eine einzige Zwischenart oder zuweilen auch als mehrere aufzuführen seien, ferner ob sie immer getrennt bleiben, oder zuweilen mit andern Zwischenarten vereinigt werden sollen.

Es giebt mehrere Fälle, wo die Zwischenformen zwischen zwei Hauptarten jetzt als zwei oder drei und mehr besondere Arten aufgezählt werden. Dafür besteht eine doppelte Veranlassung. Zwischen zwei sehr unähnlichen Arten A und B kann es zwei ziemlich verschiedene Formen geben, von denen die eine sich A, die andere sich B nähert, oder auch drei, nämlich eine Mittelform und zwei seitliche, zu A und B hinneigende. Ferner kann es zwischen zwei Arten A und B, von denen die eine in zwei Varietäten als As und At vorkommt, zwei ungleiche Mittelformen geben, eine, die zwischen As und B, und eine zweite, die zwischen At und B sich bewegt. Nach meiner Ansicht sollen im einen und im andern Fall die Zwischenformen in eine einzige Zwischenart vereinigt, innerhalb derselben aber als Varietäten unterschieden werden.

Anderseits wurden in mehreren Fällen sehr ähnliche Zwischenarten vereinigt. A und B seien zwei nah verwandte Species; zwischen denselben und der Art C bestehen Mittelformen, die ich der Kürze halber AC und BC nennen will. Da schon A und B einander ähnlich sind, so müssen es AC und BC noch viel mehr sein, und man begreift, dass sie spezifisch vereinigt worden sind. Allein eine solche Vereinigung scheint mir naturwidrig, und daher zu vermeiden, solange eine Trennung überhaupt möglich ist.

Nachdem ich die systematische Behandlung der Species weitläufiger erörtert habe, kann ich über diejenige der Varietäten kurz hinweggehen. Wie die Formen, welche die Gattung zusammensetzen, sich in Haupt- und Zwischenarten gliedern, so können wir auch die Formen, die als die

nächsten Unterabtheilungen der Species erscheinen und in grenzloser Verwandtschaft sich befinden, in zwei Kategorieen bringen. Die einen sind als selbständig nnd originell zu betrachten; sie können nicht als Zwischenformen anderer aufgefasst, nicht etwa aus hybrider Befruchtung abgeleitet werden. Dieselben müssen als Hauptvarietäten, die andern als Zwischenvarietäten aufgezählt werden. Dabei ist wohl selbstverständlich, dass wir als Varietät nicht jede Abweichung, sondern nur eine durch hinreichende Merkmale charakterisirte und vollkommen constante Form betrachten dürfen.

Ich habe die Verhältnisse der Constanz und der Verwandtschaft nach den durch den Versuch und die Beobachtung gewonnenen Thatsachen dargestellt und daraus den Begriff für die Species und die Varietät abgeleitet. Die Constanz und die Verwandtschaft zeigt eine unendliche Abstufung. Dem entsprechend treffen wir hie und da auf einen Fall, wo man mit gleichem Rechte eine Form noch als Varietät oder schon als Species ansehen kann.

Dieses Ergebniss entscheidet auch über die allgemeine theoretische Frage, ob die Arten absolut oder relativ verschieden, ob sie vollkommen unveränderlich oder in langen Zeitabschnitten einer Umwandlung fähig, ob sie als solche erschaffen oder durch Transmutation entstanden seien. Es giebt vielleicht keine Pflanzengattung, deren Studium in dieser Beziehung so instruktiv ist, als Hieracium. Desswegen erlaube ich mir noch einige Andeutungen, wie das Formengewirre in diesem Genus durch die Transmutation erklärt werden kann.

Von dem Process der Transmutation müssen wir uns folgende Vorstellung machen. Eine Pflanzenform fängt an zu variiren. Es bilden sich Abänderungen nach verschiedenen, z. B. nach drei Richtungen hin. Die Pflanzen, welche sich am weitesten von der ursprünglichen Form entfernt

haben, sind mit derselben und unter sich durch alle möglichen Zwischengebilde verbunden. Alle stellen zusammen eine chaotische und ungegliederte Masse, eine Form mit erweiterten Grenzen dar. Dieser Process der Variation und Divergenz oder der Grenzerweiterung kann ohne Ende fortdauern, wobei er aber bald lebhafter, bald träger von statten geht, oder er kann periodisch auf längere oder kürzere Zeit zu scheinbarer Ruhe kommen.

Sobald die Grenzerweiterung und mit ihr die Divergenz eine gewisse Höhe erreicht hat, und die Organisations- und Functionsverhältnisse der abweichendsten Formen bis auf einen gewissen Grad der Verschiedenheit sich ausgebildet haben, so beginnt der Kampf um die Existenz, wobei die eine Form unter den einen, die andere unter andern äussern Verhältnissen als die besser angepasste und somit als die stärkere erscheint. Dabei ist begreiflich, dass die extremen Formen sichere Aussicht haben, da oder dort die besten Anpassungen zu sein, dass dagegen die Mittelformen früher oder später vollständig verdrängt werden. Ich habe angenommen, dass die Abänderungen der ursprünglichen Form nach drei Richtungen erfolgten. In diesem Falle giebt es jedenfalls drei extreme überlebende Formen. Die ursprüngliche Form kann entweder in der Mitte liegen, dann wird sie als Zwischenform verdrängt; oder sie bildet zu den drei extremen Formen ein viertes Extrem und bleibt dann wie sie erhalten. Wenn die Extreme wenig verschieden sind, so werden die Zwischenglieder gleichzeitig unterdrückt. Liegen sie aber weit auseinander, so kann eine Mittelform oder es können zwei oder drei Zwischenformen meist mit ziemlich gleichen Abständen noch längere Zeit erhalten bleiben.

Sowie in dem frühern Formenchaos das Verdrängen einzelner Glieder und ganzer Gruppen beginnt, so treten die überlebenden Gruppen deutlicher hervor. Ihre Gestaltung ist anfänglich unbestimmt und verschwommen; mit der fort-

schreitenden Verdrängung der intermediären und abweichenden Gebilde werden sie nach und nach schärfer umgrenzt. Die chaotische Verwandtschaft geht in die grenzlose, diese in die Uebergangsverwandtschaft über. Zuletzt werden auch die noch übrig gebliebenen constanten Zwischenformen verdrängt; es bleiben nur die extremen oder Hauptformen übrig, welche aber wegen ihrer nahen Abstammungsverwandtschaft noch Bastarde zu bilden vermögen. Dieses Vermögen geht mit der Zeit, sowie die Formen noch mehr divergiren und durch eine lange Vererbung grössere Constanz gewonnen haben, ebenfalls verloren. Die Uebergangsverwandtschaft der Arten hat sich zur Bastardirungsverwandtschaft, diese zur bastardlosen Verwandtschaft erweitert.

Die ursprünglich eng umgrenzte Pflanzenform dehnt sich also zur chaotischen Formenmasse aus und indem die Erweiterung und Divergenz fortdauert, scheiden sich durch Verdrängung der übrigen Glieder einzelne Gruppen immer schärfer zu Varietäten, dann zu nahverwandten Arten, endlich zu entferntstehenden Arten aus. Dieser Process kann in jedem Theil und zu jeder Zeit wieder beginnen und eine neue Spaltung herbeiführen.

In der Gattung Hieracien finden wir alle Stadien dieses Entwickelungsprocesses; und die Gegner der Transmutation behaupten mit Unrecht, dass in der Gegenwart von einer Umwandlung nichts zu bemerken sei. Der Gletscher ist doch ein Strom, wenn man auch von dem Strömen nichts sieht. Die Transmutationsbewegung ist jedenfalls so langsam, dass sie unter Umständen selbst in Jahrtausenden wenig ausgiebt.

Zu den erst chaotisch erweiterten Formen gehört Hieracium Pilosella vulgare, soweit es die Behaarung und die Färbung auf der untern Seite der Randblüthen betrifft. Man hat innerhalb dieser Form mehrere Varietäten unterschieden; man hat eine derselben (H. velutinum Heg.)

selbst zum Rang der Species erhoben. Das Vorkommen rechtfertigt diess nicht. Eine Gliederung in dem Chaos hat, wenigstens soweit meine Beobachtungen reichen, noch nicht stattgefunden, und zur Unterscheidung von wirklichen Varietäten ist daher kein Grund vorhanden.

Zu den Formenkreisen, in denen die einzelnen Gruppen sich erst undeutlich herausheben und noch nicht bestimmt umgrenzt sind, ist Hieracium Pilosella zu rechnen, in dem Sinne, wie es von Fries genommen wird. H. Hoppeanum Schult., H. Peleterianum Merat., H. Pseudopilosella Ten. sind durch Verdrängung der Zwischenformen noch nicht soweit isolirt, um als Arten erklärt werden zu dürfen.

Formen, die durch Verdrängung der abweichenden nächst verwandten Gebilde mit scharfer und bestimmter Umgrenzung auftreten, zwischen denen aber noch isolirte Zwischenformen vorhanden sind, finden wir z. B. in H. Auricula, H. aurantiacum, H. Pilosella etc., oder in H. murorum, H. villosum, H. glaucum. Dagegen bleibt es von H. Auricula und H. glaciale oder von H. murorum und H. vulgatum fast zweifelhaft, ob wir sie den vorhergehenden oder diesem Stadium einreihen sollen.

Als Arten, zwischen denen keine constanten Zwischenformen mehr bestehen, die aber wohl noch Bastarde bilden können, dürfen wir wahrscheinlich H. alpinum und H. villosum, H. alpinum und H. glaucum, H. murorum und H. umbellatum etc. nennen. Dagegen haben sich die Sectionen Pilosella (Piloselloiden), Archieracium und Stenotheca (H. staticifolium) soweit von einander entfernt, dass die hybride Befruchtung zwischen ihnen unmöglich geworden ist.

---

27. Ueber die Versuche, betreffend die Capillarwirkungen bei vermindertem Luftdrucke.

(Vorgetragen den 21. April 1866.)

Die in meiner Mittheilung vom 10. März erwähnten Thatsachen stellen den Zusammenhang zwischen der Verdunstung und der Steighöhe bei vermindertem Luftdrucke ausser Zweifel. Sie geben aber doch der Vermuthung Raum, dass die beobachteten Niveauveränderungen nicht einzig und allein durch Dampfspannung bewirkt werden, sondern zum Theil durch innere Ursachen bedingt sein möchten. Denn selbst die Versuche mit den oben abgebrochenen Röhren beweisen zunächst nur, dass ohne die Mitwirkung der Dämpfe ein augenfälliges Sinken des Niveau's nicht erfolgt. Das Bestreben zu sinken könnte aber nichtsdestoweniger vorhanden sein, etwa ähnlich wie in den nämlichen Röhren bei Temperaturen unter Null das Bestreben zu gefrieren. Wie beim Gefrieren eine starke mechanische Erschütterung, ein elektrischer Schlag u. dgl., so könnte in unserem Falle der Druck der Dämpfe den erforderlichen Anstoss geben; er würde die Bewegung einleiten und sodann die andern motorischen Kräfte in ihrer Wirkung unterstützen. Diese Möglichkeiten veranlassten uns, die Spannungen, welche die Dämpfe in Capillarröhren erreichen, durch direkte Messung zu ermitteln und hierauf zu untersuchen, ob die beobachteten Niveauveränderungen damit übereinstimmen.

Zu diesem Behufe wurde zunächst ein Apparat construirt, wie er in Fig. 2 in $^1/_2$ natürlicher Grösse dargestellt ist. Derselbe besteht aus einer etwa zolllangen Spindel S, welche seitlich mit dem heberförmig gebogenen Manometer

M communicirt und nach unten und oben in die Capillarröhren A und B übergeht. Diese letzteren waren anfänglich die ausgezogenen Enden der Spindel und daher zunächst der Ansatzstelle ziemlich stark kegelförmig. Später, als eine möglichst gleichmässige Weite wünschenswerth erschien, wurden dieselben abgebrochen und dafür Stücke längerer Röhren von annähernd cylindrischer Form eingekittet. Die obere Röhre (B) diente bei den Versuchen zur Ableitung der Dämpfe, die untere tauchte in ein Reagensgläschen mit Wasser oder wurde auch, wie es in der Figur dargestellt ist, ganz oder theilweise mit Wasser gefüllt und dann unten verschlossen. Als Verschlussmittel bewährte sich dicker Gummischleim, welcher durch wiederholtes Eintauchen in geröstetes Stärkemehl oder pulverisirtes Gummi rasch zum Trocknen gebracht wurde, am besten. Mit andern Mitteln, wie Wachs oder Stearin, desgleichen beim Zuschmelzen war es nicht möglich, den Eintritt oder die Ausscheidung von Luft vollständig zu verhindern. Die Manometerröhre, welche ebenfalls hermetisch in die Spindel eingekittet war, hatte eine Weite von c. 2 M.M.; sie war bis auf ungefähr halbe Höhe mit fettem Oel gefüllt und gestattete einen Spielraum von 112 M.M. für die zu beobachtenden Niveaudifferenzen. Diese letzteren sind offenbar das Maass für die in der Spindel vorhandenen Spannungen.

Ein anderer Apparat (Fig. 3), an welchem in gleicher Weise zwei Manometer (I und II) angebracht waren, diente zur Bestimmung der Spannungen an zwei verschiedenen Punkten der Abzugsröhre. Die beiden Röhrenstücke B und B' wurden zu diesem Zwecke möglichst gleich gewählt, es waren die symmetrischen Hälften einer längern Röhre. Die Röhre A wurde wie im vorhergehenden Falle in ein Reagensgläschen mit Wasser getaucht oder nach dem Füllen mit Wasser unten verschlossen. Die durch Verdunstung gebildeten Dämpfe gelangten also durch die Röhre A in die

untere Spindel, von da durch die Abzugsröhre B in die obere und endlich durch eine gleiche Röhre B' in den Recipienten [1]).

Da die Ausgleichung der Spannungen zwischen den Manometerspindeln und dem Recipienten durch Capillarröhren von so geringem Durchmesser, wie wir sie in Anwendung brachten, äusserst langsam erfolgt, so musste beim Gebrauche der Apparate sowohl das Auspumpen als das Wiedereinlassen von Luft behutsam geschehen. Der Rückstoss ist hier wegen der Spindelerweiterungen so bedeutend, dass schon ein kurzer Kolbenzug das Oel in den Manometern sofort zum Ausfliessen bringt und das Niveau in der Capillarröhre, sofern letztere unten offen ist, bis zum untern Ende zurückdrängt. Es bedurfte oft einer vollen halben Stunde, um den Barometerstand bis auf 8 oder 10 M.M., wo der Rückstoss schwächer wird, herunterzubringen, während diess sonst durch drei Kolbenzüge erreicht wird.

Die Beobachtungen, welche mit Hülfe dieser Apparate angestellt wurden, gaben indess zunächst nur über die Spannungen Aufschluss, welche in den spindelförmigen Erweiterungen und in den damit verbundenen Manometern vorhanden waren, d. h. sie gaben die Ordinaten für zwei Punkte der im Uebrigen unbekannten Spannungscurve. Wie die Spannungen im Innern der Röhre, wo die strömenden Dämpfe in lebhafter Bewegung begriffen sind und beträchtliche Reibungswiderstände zu überwinden haben, von unten nach

---

1) Die beschriebenen Manometerapparate wurden in den Recipienten gebracht, dessen ich in der letzten Mittheilung erwähnte und mit dem alle unsere Versuche angestellt wurden. Er ist in Fig. 1 abgebildet. R ist das Reagensgläschen, in welchem sich diessmal Oel (o) über dem Wasser (a) befindet; die Capillarröhre (c), die unten ins Wasser taucht, ist oben an der den Kautschukpfropfen durchbohrenden Stricknadel befestigt.

oben abnehmen und welche Höhe sie demzufolge über dem Wasserniveau erreichen müssen, — das liess sich aus den beobachteten Manometerständen nicht unmittelbar erschliessen, sondern musste durch besondere Untersuchungen ermittelt werden. Es mag daher eine kurze Erörterung der Spannungsverhältnisse, wie sie beim Strömen der Gase durch Capillarröhren, in welchen grössere Erweiterungen vorkommen, eintreten müssen, der Mittheilung unserer Beobachtungen vorausgehen.

Wenn ein Gas unter einem beliebigen, aber constanten Drucke H in einer Röhrenleitung strömt, so nimmt es in jedem Querschnitt eine constante mittlere Geschwindigkeit an, welche jedoch in der Richtung des Stromes im umgekehrten Verhältniss zu dem allmählich kleiner werdenden Drucke sich steigert und überdiess mit der Weite der Röhre variirt. In cylindrischen Röhren nimmt diese Geschwindigkeit continuirlich zu, weil die Lufttheilchen mit abnehmendem Drucke sich weiter von einander entfernen; in nichtcylindrischen ist sie überdiess der Grösse des Querschnittes umgekehrt proportional. In dieser letztern Beziehung verhalten sich also die Gase ganz wie die Flüssigkeiten. Uebrigens ist an und für sich klar, dass diess nicht anders sein kann.

Auch mit Rücksicht auf die Spannungen bestehen voraussichtlich mancherlei Analogieen. Denken wir uns z. B., der stromerhaltende Druck werde auf einen grossen luftführenden Behälter ausgeübt, mit welchem die Röhrenleitung in Verbindung steht, so ist einleuchtend, dass die Lufttheilchen, ähnlich wie unter gleichen Verhältnissen die Flüssigkeitstheilchen, beim Eintritt in die Röhre, wo sie aus dem Zustande der Ruhe in den der Bewegung übergehen, an Spannkraft verlieren, was sie an lebendiger Kraft gewinnen. Die dem Drucke entsprechende Spannung H im Behälter sinkt also am Anfang der Röhre auf eine geringere

Höhe H—h herunter, wenn nämlich h die Kraftgrösse bezeichnet, welche hiebei in Bewegung umgesetzt wird. Je rascher die Bewegung, um so grösser ist natürlich der Verlust an Spannkraft, da die Kraft summe, welche die Strömungsgeschwindigkeit und die Spannung zusammengenommen repräsentiren, nach dem Princip der Erhaltung der Kraft dieselbe bleibt. Diese Kraftsumme oder Gesammtkraft nimmt nun aber nothwendig von Querschnitt zu Querschnitt ab, weil in Folge der Widerstände, welche die Röhrenwandungen darbieten, auf jede Längeneinheit ein Theil des vorhandenen Kraftvorrathes geopfert, d. h. von den Lufttheilchen auf die Wandungen übertragen wird. Es ist ferner einleuchtend, dass diese Abnahme in grössern Erweiterungen, welche in die Röhrenleitung eingeschaltet sind, sich durch eine entsprechende Verminderung der Spannungen kundgeben muss. Denn sind diese Erweiterungen, wie diess bei unsern Apparaten der Fall ist, so gross, dass man die Luft in denselben ohne merklichen Fehler als ruhend betrachten kann, so wird die Bewegungsgeschwindigkeit hier offenbar wieder ganz in Spannkraft umgesetzt. Die Manometer geben daher eine Spannung an, welche diejenige der Röhrenmündung um eine der Strömungsgeschwindigkeit entsprechende Höhe übertrifft und folglich der Gesammtkraft, womit die strömenden Lufttheilchen vermöge ihrer Spannung und Bewegung ausgestattet sind, gleichkommt.

Die Kraft betreffend, welche die Luftströmung zunächst der in den Recipienten mündenden Ausflussöffnung noch besitzt, so lässt sich dieselbe auf theoretischem Wege nicht ohne Weiteres bestimmen. Es wäre diess nur dann möglich, wenn der Beharrungszustand, den wir in der Röhre voraussetzen, auch mit Rücksicht auf den Recipienten vorhanden wäre, was natürlich nicht der Fall. Die Luftströmung leistet, nachdem sie die Röhre verlassen, noch eine gewisse Arbeit, indem sie die im Wege stehenden Lufttheilchen vor sich

her schiebt und comprimirt. Die Kraftsumme, welche sie repräsentirt, ist daher nothwendig grösser als die Spannung im Recipienten, und da sie voraussichtlich mit der Strömungsgeschwindigkeit zu- und abnimmt, so muss sie in jedem gegebenen Falle aus den Beobachtungen erschlossen werden.

Zur richtigen Deutung der Beobachtungen, die sich bei unsern Versuchen nur auf die durch die Spannungen gegebenen Kraftsummen in den beiden spindelförmigen Erweiterungen (Fig. 3) beziehen konnten, bleibt nun aber zu ermitteln übrig, wie diese Kraftsummen innerhalb der Röhre sich ändern, d. h. nach welchem Gesetz sie gegen die Mündung hin abnehmen. Um diese Frage, welche bis jetzt bloss für weite Röhren gestellt worden war, zu beantworten, wurden durch besondere Versuche mittelst eines Aspirators die Luftmengen bestimmt, welche bei constantem Drucke durch Capillarröhren von gleichem Durchmesser und verschiedener Länge hindurchströmen. Die Versuche ergaben übereinstimmend, dass diese Luftmengen der Röhrenlänge umgekehrt proportional sind oder, was dasselbe ist, dass die Ausflusszeiten für die nämliche Luftmenge sich verhalten wie die Röhrenlängen. Bei einer Röhre von 350 M.M. Länge, welche in der Mitte 0,15 und an den Enden 0,18 M.M. Durchmesser hatte, sank z. B. das Niveau des Aspirators in 1½ Stunden um 10 M.M., bei einem zweiten Versuch, nachdem die Röhre in der Mitte abgebrochen (also in zwei symmetrische Hälften getheilt) war, in ¾ Stunden ebenfalls genau um 10 M.M. Die Strömungsgeschwindigkeit war also doppelt so gross.

Zu demselben Ergebniss führten auch die Versuche, welche mit Röhren bis zu 0,35 M.M. Weite und sehr verschiedener Länge angestellt wurden. Die Vergleichung der Ausflussmengen, welche dieselbe Röhre unter verschiedenen Druckhöhen, sowie verschiedene Röhren bei gleicher Druckhöhe lieferten, stellte überdiess heraus, dass die Strom-

geschwindigkeit dem Drucke genau proportional und dem Quadrate des Durchmessers wenigstens annähernd proportional ist. Die Ausflussmengen verhalten sich nämlich unter übrigens gleichen Umständen nahezu wie die vierten Potenzen der Durchmesser. Folgende Ziffern mögen hiefür als Belege dienen.

Mittlerer Durchmesser der Röhre in M.M.	Länge der Röhre in M.M.	Druckhöhe in M.M. Wasser.	Ausflussmenge in Cub. Cent. per Minute.	Verhältniss der 4. Potenzen der Durchmesser.	Verhältniss der Ausflussmengen.
0,356	96	300	31	19,2	19,4
0,286	230	300	6	8	7,8
0,170	175	300	0,926	1	1,
0,295	78,5	69,5	4,166	3,48	3,46
0,216	104	69,5	0,91	1	1

Das Strömen der Luft durch capillare Röhren geschieht hienach in den wesentlichsten Punkten nach denselben Gesetzen wie das Strömen der Flüssigkeiten [2]). Wie bei diesen, so nehmen auch hier die Widerstände, welche die strömenden Theilchen zu überwinden haben, von Querschnitt zu Querschnitt ab, wie die Ordinaten einer geraden Linie. In derselben Weise erfolgt daher nothwendig auch die Abnahme der Kräfte, welche die Strömung unterhalten, und wo diese

2) In weiten Röhren verhalten sich nach den Versuchen von Girard die Ausflussmengen direkt wie die Druckhöhen und umgekehrt wie die Quadrate der Röhrenlängen. (Vgl. Wüllner, Lehrb. der Experimentalphysik p. 352.) Der Einfluss der Röhrenlänge ist also je nach der Weite der Röhre verschieden. Dagegen scheint die Dichtigkeit der Gase, d. h. das spezifische Gewicht derselben, die Strömungsgeschwindigkeit in weiten wie in engen Röhren nicht zu modificiren. Wenigstens strömt das Wasserstoffgas durch Capillarröhren mit derselben Geschwindigkeit, wie die atmosphärische Luft.

Kräfte, wie in den spindelförmigen Erweiterungen unserer Apparate sich als Spannung kundgeben, die Abnahme der entsprechenden Manometerstände. Die absolute Grösse der Differenzen, welche auf eine bestimmte Länge einer gegebenen Röhre fallen, mag hiebei je nach der Geschwindigkeit, mit welcher die Lufttheilchen sich in der Röhre bewegen, grösser oder kleiner ausfallen, die Veränderung der Gesammtkraft also bald rascher und bald langsamer erfolgen: es gilt unter allen Umständen dasselbe Gesetz.

Zum Ueberfluss mögen hier noch einige Versuche Erwähnung finden, welche wir nachträglich anstellten, um die Richtigkeit dieses aus den Ausflussmengen abgeleiteten Gesetzes in direkter Weise zu bestätigen. Die Versuche wurden mittelst eines Apparates, welcher dem in Fig. 3 dargestellten in der Construction ähnlich, dabei aber mit drei Manometern versehen war, ausgeführt und ergaben bei verschiedenen Barometerständen die in folgender Tabelle zusammengestellten, sämmtlich in Millimetern ausgedrückten Spannungswerthe. Das strömende Gas war bis auf 10 M.M. Barometerstand Luft oder doch vorwiegend Luft, bei tiefern Barometerständen dagegen ausschliesslich Wasserdampf. Temperatur = 16° C.

Barometerstand.	Man. I.	Man. II.	Man. III.
gewöhnlicher Luftdruck	153	101	50,5
" "	151	99	50
" "	148	98	49
" "	146	97	48,5
c. 250 M.M.	129	90	49
10 "	124	95	64
6 "	116	100	85
5 "	116	104	90

Hiezu ist zu bemerken, dass die drei Abzugsröhren je 112 M.M. lang und fast genau cylindrisch waren. Bei einer derselben variirte der Durchmesser nur zwischen 0,142 und 0,144 M.M., bei den beiden andern zwischen 0,140 und 0,145 M.M. Die Luftmengen, welche unter gleichem Drucke und bei gleicher Temperatur durch diese Röhren hindurch strömten, waren bis auf die unvermeidlichen Fehler einander gleich. — Die genauesten Messungen der Manometerstände beziehen sich auf die Strömung bei gewöhnlichem Luftdrucke, weil hier Beharrungszustände eintreten, welche stundenlang andauern, während unter der Luftpumpe kleinere Schwankungen und somit auch Abweichungen vom Beharrungszustand nicht zu vermeiden sind. Berücksichtigt man diess, so dürften obige Ziffern einen genügenden Beweis dafür liefern, dass die Spannungsdifferenzen zwischen je zwei Manometern einander gleich sind, dass somit die Spannungen (welche hier die Gesammtkraft repräsentiren) gegen die Mündung hin abnehmen, wie die Ordinaten einer geraden Linie.

Man hat also, um die Abnahme der Gesammtkraft in der Capillarröhre graphisch darzustellen, nur nöthig, die Spannungen an zwei Stellen, wo die Bewegungsgeschwindigkeit gleich Null ist, zu messen, die entsprechenden Röhrenlängen als Abscissen und die gemessenen Grössen als Ordinaten auf eine beliebige Axe aufzutragen: die gerade Linie, welche die Endpunkte der Ordinaten verbindet, ist alsdann die Kraftlinie.

Wie sich die Gesammtkraft, welche die Luftströmung in einem bestimmten Punkte repräsentirt, auf die Bewegungsgeschwindigkeit und die Spannung vertheilt, ist für unsern Zweck gleichgültig, weil der Rückstoss, den die Verdunstung der capillaren Wassersäule hervorruft, unter allen Umständen durch die Gesammtkraft des Wasserdampfes,

nicht bloss durch seine Spannkraft, bedingt wird[3]). Denn es ist einleuchtend, dass auch die Kraft, welche an der Oberfläche des Wassers thätig ist, um die verdunstenden Theilchen desselben nach oben zu treiben, nach der entgegengesetzten Richtung hin eine äquivalente Wirkung hervorbringt und folglich den durch die Spannung bedingten Rückstoss verstärkt.

Die Maassbestimmung der Spannungen an zwei verschiedenen Punkten wurde nun mit Hülfe des Apparates Fig. 3 unter denselben Bedingungen, d. h. bei gleichen Barometerständen und Temperaturen, wie die früher besprochenen Versuche über das Sinken des capillaren Wasserniveaus, möglichst sorgfältig ausgeführt. Die beiden Abzugsröhren B und B′ waren symmetrische Hälften einer längern Röhre; sie hatten eine Länge von je 113 M.M. und eine mittlere Weite von 0,17 M.M. und erwiesen sich bei der Prüfung mittelst des Aspirators als vollkommen gleich.

---

3) Das Verhältniss der Bewegungsgeschwindigkeit zur Spannung lässt sich annähernd aus den Daten über die Ausflussmengen bei gegebenen Druckhöhen berechnen. Bei den Versuchen mit dem oben erwähnten Apparat mit 3 Manometern strömte z. B. unter einem Drucke von 136 M.M Wasser durch die $3 \times 112 = 336$ M.M. lange und 0,143 M.M. weite Röhre eine Luftmenge von 50 Cub. Cent. in $6^1/_2$ Stunden, woraus sich eine mittlere Geschwindigkeit von 131 M.M. per Sekunde ergiebt. Unter denselben Verhältnissen strömt aber die Luft durch eine feine Oeffnung, wenn die Spannung vollständig in Bewegung umgesetzt wird, mit einer Geschwindigkeit, welche sich nach der bekannten Formel $v = \sqrt{2gh}$ bestimmen lässt. In unserem Falle erhält man, da 136 M.M. Wasser = 10 M.M. Quecksilber

$$v = \sqrt{2 \, . \, 9{,}808 \; \frac{0{,}76 \, . \, 13{,}59}{0{,}001293}} \; \sqrt{\frac{0{,}77 - 0{,}76}{0{,}77}} = 396 \; \frac{1}{8{,}78} = 45{,}1 \text{ Met.}$$

Die Strömungsgeschwindigkeit in der Capillarröhre verhält sich also zu derjenigen, welche die volle Spannung repräsentirt, wie $131 : 45100 = 1 : 344$.

Durch jede derselben strömten bei einer Druckhöhe von 300 M.M. Wasser 86—86,5 Cub. Cent. Luft per Stunde. Die Wasserröhre A war von ungefähr gleicher Weite und bis auf einige Millimeter mit Wasser gefüllt. Nach dem vorsichtigen Auspumpen der Luft, welche aus den Manometerspindeln nur langsam entweichen konnte, wurde der Barometerstand längere Zeit auf dem erreichbaren Minimum von ungefähr 1 M.M. erhalten, bis die Spannung in den Manometern eine constante Höhe erreicht hatte. Die geringern Spannungen wurden gewöhnlich beim Stehenlassen, wobei der Barometerstand sich allmählich veränderte, zur Controle aber auch bei fortgesetztem langsamem Pumpen, wodurch derselbe constant erhalten wurde, beobachtet und nahezu übereinstimmend gefunden. In folgender Uebersicht sind einige der hiebei beobachteten Zahlenverhältnisse zusammengestellt. Längenmaasse in Millimetern, Temperatur = 8,5 C.

Barometer.		Manometer I.	Manometer II.	Abnahme der Spannung auf 100 M.M. Röhrenlänge.
a	1	86	58	25
b	1,2	80	54	23
c	1,4	75	42	29
d	1,5	72	38	30
e	2	62	31	27
f	4,5	43	19	21
g	8	29	10	17
h	9	26	8	16

Die graphische Darstellung dieser Spannungsverhältnisse (Fig. 4, Röhrenlängen und Manometerhöhen in 3/4 nat. Grösse) zeigt uns zunächst, dass die Gesammtkraft am Ende der Röhre mit den Manometerständen ab- und zunimmt

Page unavailable because it was uncut within original volume

ist, als in den Abzugsröhren B und B′. Wären die Röhren gleich weit, so würde sich hieraus ergeben, dass die Niveaudifferenzen der capillaren Wassersäule nicht einmal jene Höhe erreichen, welche nach Maassgabe der Manometerstände sich erwarten liesse.

In Wirklichkeit besteht jedoch diese Gleicheit der Röhrendurchmesser nicht. Die Wasseröhre A hat nach Messungen an 10 ungefähr gleich weit von einander abstehenden Punkten eine mittlere Weite von 0,283 M.M., die Abzugsröhre B (und ebenso B′) eine mittlere Weite von 0,216 M.M. Durch erstere strömten unter dem Drucke von 69,5 M.M. Wasser 2,7 Cub.-Cent. Luft per Minute, durch letztere nur 0,91 Cub.-Cent., also dreimal weniger. Wollen wir also die Röhre A in Gedanken durch eine andere gleichwerthige ersetzen, welche mit Rücksicht auf die Neigung der Spannungslinie mit B übereinstimmt, so muss dieselbe die Weite von B und eine Länge von $^1/_3$ AB haben. Dem entsprechend müssen die in bestimmten Punkten von A beobachteten Spannungen (Niveaudifferenzen) auf der eingebildeten Ersatzröhre in $^1/_3$ des Abstandes vom untern Manometer aufgetragen werden. Diess ist in unserer Figur durch punctirte Linien angedeutet. Man sieht jetzt, dass die Niveaudifferenzen in der Röhre A thatsächlich etwas grösser sind, als die Construction der Spannungslinie auf Grund der Manometerstände und der Röhrendurchmesser sie ergeben würde, d. h. die nach den Niveaudifferenzen construirte Kraftlinie der Röhre A ist stärker geneigt, als die nach rückwärts verlängerte Spannungslinie der Abzugsröhren.

Zu demselben Ergebniss führten auch mehrere andere Beobachtungseihen. Indess ist zu bemerken, dass die nämliche Röhre zuweilen auch das entgegengesetzte Verhalten zeigte und dass überhaupt die Wiederholung der Messungen nach dem Einlassen von Luft und Wiederauspumpen immer etwas abweichende Zahlenverhältnisse ergab. Die

graphische Darstellung der Kraftlinie beweist uns demnach, dass die am Meniscus wirksame Gesammtkraft (lebendige und Spannkraft) der Dämpfe in manchen Fällen nicht ausreicht, um den Stand des Niveau's zu erklären, dass in andern Fällen im Gegentheil das letztere höher steht, als es durch jene Kraft gefordert wird.

Das Nämliche lässt sich noch auf einem andern Wege darthun. Bei einzelnen unserer Versuche sank das Niveau so tief, dass dazu die volle Spannkraft der Wasserdämpfe nicht ausreichte. Ich stelle hier einige solcher Fälle zusammen

Temperatur nach C	10,5°	13,7°	15°	6,25°	3,7°	6,25°
Spannkraft der Dämpfe	137	159	173	96,5	80	96,5
Niveaudifferenz	138	174	197	128	82	105
Röhrenweite	0,184	0,161	0,147	0,198	0,250	0,162

Die Spannkraft der Wasserdämpfe ist in Millimetern Wasserhöhe ausgedrückt. Die Niveaudifferenz giebt die Herabdrückung der capillaren Wassersäule unter die normale Steighöhe an; sie beträgt hier durchgehends mehr als jene Spannkraft, Aus den früher angestellten Versuchen wissen wir, dass die am Meniscus wirklich vorhandene Gesammtkraft kaum über $^3/_4$ der vollen Spannkraft bei der gegebenen Temperatur beträgt.

Bei vielen andern Versuchen, z. Th. mittelst der gleichen Röhren, wo der nämliche tiefe Barometerstand, also auch eine gleich lebhafte Verdunstung erzielt wurde, war die Herabdrückung des Niveau's weniger als $^3/_4$ der vollen Dampfspannung. Ob das Eine oder Andere eintrete, hängt wesentlich von dem langsamern oder raschern Pumpen ab, indem das rasche Pumpen immer einen tiefern Stand herbeiführt. Man möchte nun vermuthen, dass dasselbe eine grössere Spannung der Dämpfe verursache. Diess ist aber nicht der Fall. Die Verdunstungsmenge in der Zeiteinheit bei gleicher Temperatur hängt von dem Barometerstand ab. Nun dauern, wenn in Folge langsamen Pumpens das Niveau langsam sinkt, bis zur Erreichung seines tiefsten Standes die niederen Barometerstände länger an; die Dampfspannung kann grösser werden, und jedenfalls, was wesentlich ist, drücken die höhern Spannungen länger auf den Meniscus. Man sollte also mit Rücksicht auf die Verdunstung gerade das Gegentheil von dem erwarten, was wirklich eintritt. Es kann auch noch

beigefügt werden, dass wenn durch langsames Pumpen der tiefste Barometerstand und ein verhältnissmässig hoher des Niveau's herbeigeführt wurde, dann rasches Pumpen, welches den Barometerstand nicht mehr zu erniedrigen vermag, auch das Niveau unverändert lässt.

Die beobachteten Thatsachen zeigen also, dass das capillare Niveau in Folge der Verdunstung bald tiefer bald weniger tief sinkt, als es durch die Spannkraft der Dämpfe an seiner Oberfläche erklärt werden kann. Es beweist diess, dass ausser dieser Spannkraft noch andere Ursachen mitwirken. Da es keine äusseren Factoren mehr giebt, die auf die Bewegung Einfluss haben könnten, so müssen sie in der capillaren Wassersäule selbst gesucht werden. Die eine Hälfte der Erscheinungen, wo die Veränderung des Niveaus hinter der Grösse zurückbleibt, welche durch die Dampfspannung bedingt wird, liesse sich durch die geringe Beweglichkeit der Wassersäule in einer Capillarröhre erklären. Es giebt eine ganze Reihe von Thatsachen, welche dieses Beharrungsvermögen darthun, wie schon in der letzten Mittheilung angedeutet wurde. Diess zeigt sich namentlich sehr augenfällig beim Stehenlassen. War z. B. das Niveau bei einem Barometerstande von 1 M.M. auf Null, so bleibt es oft längere Zeit oder fällt sogar in Folge der Verdunstung noch tiefer, obschon das Barometer allmählich auf 2—3 M.M. hinaufgeht und die beiden Manometer auf ²/₃ oder ¹/₂ ihrer ursprünglichen Höhe herabsinken. Das Steigen beginnt erst, wenn die Capillaranziehung ein beträchtliches Uebergewicht erlangt hat, und nicht selten tritt in einem höhern Niveau abermals eine Pause ein.

Die andere Hälfte der Erscheinungen aber, wo nämlich die Veränderungen des capillaren Niveaus grösser sind, als sie die äussern Ursachen verlangen, wo bei den vorhin erörterten Beobachtungen die Herabdrückung über die durch die Dampfspannung bedingte Grösse hinausgeht, verlangt offenbar eine andere Erklärung. Es muss dafür entweder eine Modification der capillaren Kräfte oder überhaupt eine innere Ursache angenommen werden, welche die Wirkungen der Dampfspannung vermehrt.

Fig. 1.

c

R

o

a

Fig. 2.

B

S

M

A

Fig. 3.

B′

B

II

A

I

Sitzungsberichte der k. b. Akad. d. W. 1866. I, 4.

S. Minsinger's lith. Anst. v. P. Haustetter in München.

Fig. 4.

a
b
c
d
e
f
g
h
Man. I
B
Man. II
B′

Fig. 5.

Niv.
A
Man. I
B
Man. II
B′